

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU  
ROČNÍK XL/1991 ● ● ČÍSLO 2

## V TOMTO SEŠITĚ

|  |          |
|--|----------|
| PRAHEX '91 .....                                     | 41       |
| Podmínky konkursu AR<br>pro rok 1991 .....           | 42       |
| <b>PRAKTICKÁ ZAPOJENÍ PRO<br/>ELEKTRONIKU</b>        |          |
| Elektromagnetické vlny<br>a přijímače .....          | 43       |
| Malé přenosné radio .....                            | 44       |
| Jednoduchý přijímač .....                            | 45       |
| Vinoměr .....  | 46       |
| Nf technika .....                                    | 47       |
| Bezdrátový mikrofon .....                            | 47       |
| Mikrofonní předzesilovač .....                       | 47       |
| Hlasité telefony .....                               | 48 až 50 |
| Akustický indikátor světla .....                     | 51       |
| Zvonky se senzorovým<br>„tláčátkem“ .....            | 52       |
| Indikátor modulačních<br>špiček .....                | 53       |
| Elektrické modely železnic<br>a jejich doplňky ..... | 53       |
| Elektronická značka pro<br>přejezd .....             | 54       |
| Imitátor zvuku parní lokomotivy<br>lokomotivy .....  | 55       |
| Elektronické hračky .....                            | 56       |
| Cvičená elektronická kobra .....                     | 56       |
| Svítilící šestipápr hvězda .....                     | 57       |
| Elektronické kyvadlo .....                           | 58       |
| Domácí stělnice s otočným<br>kolem štěstí .....      | 59       |
| Zdroje .....   | 59       |
| Pojistky a jištění síťových<br>zdrojů .....          | 59       |
| Automatický dobíječ<br>akumulátorů NiCd .....        | 60       |
| Tyristorové regulátory<br>výkonu .....               | 62 až 63 |
| Měníč napětí 12/220 V .....                          | 64       |
| Zabezpečovací přístroje,<br>indikátory .....         | 67       |
| Inzerce .....  | 80       |

## AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydavatel: Vydavatelství MAGNET-PRESS, s. p.,  
113 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel. 26 06 51.  
Redakce: 113 66 Praha 1, Jungmannova 24, tel.  
26 06 51. Šéfredaktor Luboš Kalousek, OK1FAC, linka  
353, sekretariát linka 355.  
Tiskne: Naše vojsko, tiskárna, závod 08, 160 05 Praha  
6, Vlastina ul. č. 889/23.  
Rozšiřuje Poštovní novinová služba a vydavatelství  
MAGNET-PRESS s. p. Objednávky přijímá každá ad-  
ministrace PNS, pošta, doručovatel, předplatitelská  
střediska a administrace vydavatelství MAGNET-  
PRESS s. p., 113 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel.  
26 06 51-9. Půlroční předplatné 29,40 Kčs. Objednáv-  
ky do zahraničí vyřizuje ARTIA, a. s., Ve smetkách 30,  
111 27 Praha 1.  
Inzerce přijímá osobně i poštou vydavatelství MAGNET-  
PRESS, inzertní oddělení, Vladislavova 26, 113 66  
Praha 1, tel. 26 06 51-9, linka 294.  
Za původnost a správnost příspěvku odpovídá autor.  
Nevyžádané rukopisy nevracíme.  
Návštěvy v redakci ve středu od 9 do 16 hodin.  
ISSN 0139-7087, číslo indexu 46 044.  
Toto číslo vyšlo 29. 3. 1991.  
© Vydavatelství MAGNET-PRESS 1991

## PRAHEX '91

Pod tímto názvem se konaly v Praze v led-  
nu 1991 dvě tiskové konference s následný-  
mi přednáškami a výstavkami předních svě-  
tových výrobců měřicí a řídicí techniky – fi-  
rem Rohde a Schwarz a Tektronix. Dnes si  
všimneme několika zajímavých faktů a vý-  
robků z výrobního programu firmy Rohde  
a Schwarz, kterou u nás reprezentuje R&S.  
Österreich, zastoupená firmou ZENIT; ZE-  
NIT zajišťuje obchodní zastoupení, dovoz  
i servis všech výrobků Rohde & Schwarz,  
a co je novinka, i japonské firmy ADVAN-  
TEST (firma ADVANTEST se zabývá výro-  
bou měřicích přístrojů v oblasti FFT, spek-  
trální analýzy, vektorové a skalární analýzy,  
optické spektrální analýzy, dále vyrábí sig-  
nální generátory, čítače (GHz), multimetry  
a teploměry. Firma byla založena 1954 v Ja-  
ponsku, dnes zaměstnává na celém světě  
asi 1300 spolupracovníků; v loňském roce  
dosáhla obrátu asi 600 miliónů dolarů).

K vystavovaným výrobkům (viz 3. a 4.  
strana obálky): na 4. straně obálky je jako  
první obrázek měřicí zařízení pro panevrop-  
skou digitální mobilní telefonní síť, která se  
začíná zavádět v tomto roce, označuje se  
také jako síť „D“, popř. GSM – Groupe  
Spéciale Mobile a představuje mohutný po-  
krok ve vývoji mobilní telefonie. Nová přeno-  
sová technika vyžaduje však nové druhy  
měřicích zařízení, která umožňují neběžný-  
mi způsoby měřit potřebná zařízení jak při  
vývoji, tak výrobě i servisu. Měřicím zaříze-  
ním je radiokomunikační analyzátor CMTA  
94, který splňuje všechny podmínky kladené  
na měřicí přístroje pro techniku GSM – je  
vybaven časovým multiplexem (TDMA),  
kmitočtovým přepínáním (hopping) a digitál-  
ní modulací. Flexibilita konstrukce a rozšiř-  
itelnost software zaručuje přizpůsobivost za-  
řízení vzhledem k možným změnám technic-  
kých specifikací GSM.

Na obr. 2 na 4. straně obálky je příspěvek  
firmy R&S k rozvoji měřicí techniky v oblasti  
mobilních telefonních systémů GSM – měřic-  
í pracoviště CRTS. Toto pracoviště pokrývá  
oblast měření na mobilních stanicích i na  
stacionárních zařízeních. Simuluje dva ka-  
nály GSM v duplexním provozu. Vestavěný  
řečový kódér-dekódér umožňuje zkoušet za-  
řízení v reálném čase. Přístrojem lze měřit  
i kmitočtové skoky a kontrolovat kódování  
dat.

V souvislosti s vývojem těchto systémů  
předvedla firma R&S také zdokonalenou  
verzi signálního generátoru SMHU model  
58, která umožňuje práci s digitálními modu-  
lacemi až do kmitočtu 1,95 GHz. Kromě  
datové modulace I/Q disponuje generátor  
(obr. 3 na 4. str. obálky) interním generátorem  
dat pro pseudonáhodné posloupnosti,  
kódérem GMSK a vstupem pro externí sig-  
nály dat. Celkově lze přístroj hodnotit jako  
nejlepší z celé řady SMHU, neboť je použi-  
tečný v celé oblasti moderní komunikační  
techniky i v oblasti radarových systémů.

Jakost a spolehlivost elektronických zaří-  
zení jsou stále více dány elektromagnetic-  
kou slučitelností. Stále se zvětšující nároky  
k zabezpečení elektromagnetické slučitel-  
nosti lze uspokojit pouze nasazením inteli-  
gentní a vývoje schopné měřicí techniky  
ještě v předvýrobních, vývojových fázích no-  
vých výrobků. Měřicí přijímač EMI firmy R&S  
je na obr. 4 na 4. str. obálky. Je určen pro  
všechna měření EMI v oblasti 20 Hz až  
1,8 GHz. Spojí se v něm špičkové technic-  
ké vlastnosti spektrálních analyzátorů R&S  
s dlouholetou zkušeností v oblasti vývoje  
a produkce měřicích přijímačů EMI. Měření  
jsou samočinně vyhodnocována v závislosti  
na požadavcích všech běžných technických  
norem (CISPR, VDE, FCC, EN, MIL STAN,  
BS, DO 160, GAM EG 13). Jednou z velkých  
předností přístroje je, že s ním lze měřit  
a vyhodnocovat současně jak špičkovou, tak  
střední, efektivní i kvazishpičkovou hodnotu  
signálů a tím určit, zda jsou rušivé signály  
úzké nebo širokopásmové. Přístroj ESAI  
splňuje požadavky 90. let na hospodárnost,  
mnohostrannost i ovládací komfort.

Před časem jsme v AR A i v AR B informo-  
vali o dopravním rozhlasu ARI. Ten je v sou-  
časné době rozšířen o nové možnosti zave-  
dením radiového přenosu dat (systém RDS).  
Systém umožňuje posluchačům získat další  
informace např. o vylacích kmitočtech stej-  
ného programu na ostatních vysílacích, dále  
digitální údaje o dopravní situaci, texty k vy-  
síláným programům a mnoho dalších užiteč-  
ných informací.

Kódér dat FM, označovaný jako DMC  
(obr. 5 na 4. straně obálky), moduluje nosný  
kmitočet 57 kHz signály radiového systému  
dat a dopravního rozhlasu. Kromě dálkové-  
ho ovládání lze všechny funkce, nastavení  
úrovni, volbu speciálních funkcí a další po-  
voly nastavovat z čelního panelu. Stav zaří-  
zení je dán přehledným displejem a diodami  
LED. Datový dekódér DMDC slouží k deko-  
dování signálů dopravního rozhlasu a RDS,  
je použitelný k monitorování, měření para-  
metrů rozhlasového vysílání i k vývoji dal-  
ších digitálních informací v systému RDS.  
Po dekódování zobrazuje DMDC informace  
(obr. 6) na velkoplošném displeji a umožňuje  
jejich přenos několika různými výstupy k dal-  
šímu zpracování (např. na osobním počíta-  
či). Dekódér je přitom konstruován tak, že lze  
rozšiřovat jeho možnosti jak v oblasti  
hardware, tak software.

Na třetí stranu obálky jsme vybrali ze  
sortimentu přístrojů R&S nejprve spektrální  
a skalární analyzátor, umožňující měřit čtyř-  
póly, přenášející signály o kmitočtech až  
1 GHz. Analyzátor tohoto typu má označení  
FSBS (obr. 1 na 3. straně obálky) a nabízí  
kromě možnosti použití v oblasti „čisté“  
spektrální analýzy zcela nové možnosti v ob-  
lasti skalární analýzy. Díky programovatel-  
nému kmitočtovému posuvu jeho generátoru  
patří mezi jeho přednosti možnost měřit  
potlačení signálů zrcadlových kmitočtů. Citli-  
vost lepší než -145 dBm (6 Hz) v celém  
pásmu od 100 Hz do 5 GHz a dynamika  
větší než 170 dB řadí přístroj ke špičce ve  
své třídě.

Na obr. 2 na 3. str. obálky je nový špičkový  
mikrovlnný analyzátor (spektrální) typu  
FSM, který pokrývá velmi důležitou oblast  
mikrovlń (do 26,5 GHz). Jde o přístroj nej-  
vyšší třídy, který má v celém pásmu 100 Hz  
až 26,5 GHz velmi malý vlastní šum, typicky  
-142 dBm, což v praxi umožňuje uživateli  
měřit přesně i ty nejmenší signály. Rychlost  
měření je značná díky velké šířce pásma,  
výsledky měření jsou zobrazeny jednoznač-  
ně, obsluha přístroje je velmi pohodlná díky  
malému počtu ovládacích prvků a přehled-  
nému menu i při komplikovaných měřeních.

# Podmínky Konkursu AR na nejlepší radioamatérské konstrukce v roce 1991

Koncepce letošního ročníku Konkursu AR se v zásadě nemění. Jeho účelem je povzbudit zájem o tvůrčí technickou činnost amatérských konstruktérů a získat pro naše čtenáře zajímavé náměty na stavbu nejrůznějších elektronických zařízení, užitečných v domácnosti, dílně, laboratoři apod., ať již při profesionální, či zájmové nebo sportovní činnosti.

V platnosti zůstává základní tematická náplň — budou přijímány konstrukce, netýkající se výpočetní techniky — pro ty je vyhrazena samostatná soutěž podobně jako v předešlých ročnících. Do konkursu budou přijímány libovolné konstrukce bez ohledu na to, zda jsou jednoduché nebo složitější. V této souvislosti prosíme naše čtenáře, aby do konkursu nezasílali takové konstrukce, které se již na první pohled zcela vymykají z možností amatérské reprodukovatelnosti, anebo takové, jejichž pořizovací náklady dosahují tisícových částek.

Přihlášené konstrukce budou posuzovány zejména z hlediska jejich původnosti, nápaditosti technického provedení, vtipnosti a především účelnosti a použitelnosti.

Všechny konstrukce musí splňovat podmínky bezpečného provozu zařízení, zejména z hlediska možnosti úrazu elektrickým proudem.

Pro zájemce o účast v konkursu je v letošním ročníku jedna podstatná změna. **Součástky, použité v soutěžních konstrukcích,** nemusí být jen tuzemské (popř. RVHP) výroby. S méněcennými se možnostmi nákupu součástek se toto omezení stalo anachronismem. V tomto smyslu byl změněn bod 2 podmínek konkursu.

Tematické úkoly nejsou zvlášť vyhlašovány, jak tomu bylo u některých starších ročníků. Chceme však reagovat na dopisy čtenářů, kteří by uvítali uveřejnění návodu ke stavbě zařízení pro zcela určitě použití (např. bezpečnostní poplachové zařízení

k ochraně bytu apod.). Tyto dopisy budeme průběžně uveřejňovat v rubrice „Čtenáři nám píš“ a oceníme, jestliže se účastníci konkursu zaměří na tato témata.

Abychom umožnili amatérům nebo i profesionálům získávat praktické zkušenosti s moderní technologií, uvítali bychom v letošním konkursu mj. i konstrukce buď realizované, nebo realizovatelné — i když zatím postavené a ověřené s klasickými „vývodovými“ součástkami — technikou povrchové montáže. Článek se základními informacemi o této technice montáže začal vycházet v AR A3/91 na pokračování. Redakce má možnost zajistit autorovi úspěšného soutěžního výrobku potřebné součástky SMD pro konečné konstrukční řešení, které by bylo publikováno v AR-A. Připomínáme pouze, že konstrukce nesmí být samoúčelná. Využití techniky SMD má u nich mít funkční opodstatnění (např. potřeba dosáhnout malých rozměrů, hmotnosti, či plochého tvaru zařízení; výhodnost z hlediska elektrických vlastností — např. pro obvody s velmi vysokými kmitočty nebo podobně).

Pro letošní rok je na odměny částka 20 000 Kčs. Termín přihlášek jsme na základě loňských zkušeností stanovili na 5. září 1991.

## Podmínky konkursu

1. Konkurs je neanonymní a může se jej zúčastnit každý občan ČSFR. Dokumentace musí být označena jménem a adresou a případně i dalšími údaji, které by umožnily v případě potřeby vejít s přihlášeným účastníkem co nejrychleji do styku.
2. Použití součástek není omezeno na součástky tuzemské výroby. Snahou konstruktérů má být moderní obvodové řešení. Při srovnatelné technické úrovni budou výše hodnoceny konstrukce, využívající snáze dostupných součástek.

Přihláška do konkursu musí být zaslána (podána na poštu) do 10. září 1991 a musí obsahovat:

- a) schéma zapojení
  - b) výkresy desek s plošnými spoji,
  - c) fotografie vnitřního i vnějšího provedení, minimální rozměr 9 x 12 cm,
  - d) podrobný popis přihlášené konstrukce. V úvodu musí být stručně uvedeno, k jakému účelu má konstrukce sloužit (případně se zdůvodněním koncepce) a shrnuty základní technické údaje.
  - e) V případě, že jde o společnou práci dvou nebo více autorů, uveďte, v jakém poměru se na konstrukci podíleli; v uvedeném poměru bude rozpočítána cena či odměna, pokud bude za příslušnou konstrukci udělena.
4. Textová část musí být napsána strojem (hustota textu 30 řádek po 60 úderech na stránkách formátu A4), výkresy mohou být na obyčejném papíře a kresleny tužkou, kuličkovou tužkou nebo jinak, ale tak, aby byly přehledné (všechny obrázky jsou pro tisk překreslovány). Výkresy i fotografie musí být očíslovány (obr. 1 atd.) a v textu na ně musí být odkazy. Na konci textové části musí být uveden seznam použitých součástek a všechny texty pod jednotlivé obrázky.
  5. Přihlášeny mohou být pouze takové konstrukce, které dosud nebyly v ČSFR publikovány — redakce si přitom vyhrazuje právo jejich zveřejnění. Pokud bude konstrukce zveřejněna, bude honorována jako příspěvek bez ohledu na to, zda byla či nebyla v konkursu odměněna.
  6. Neúplné nebo opožděně zasláné příspěvky nemohou být zařazeny do hodnocení. Příspěvky bude hodnotit komise, ustanovená podle dohody pořadatelů. V případě potřeby si komise vyžaduje posudky specializovaných výzkumných pracovišť. Členové komise jsou z účasti na konkursu vyloučeni.
  7. Dokumentace konstrukcí, které nebudou ani odměněny, ani uveřejněny, budou na požádání vráceny. Výsledek konkursu bude odměněným sdělen do 15. prosince 1991 a otištěn v AR řady A.

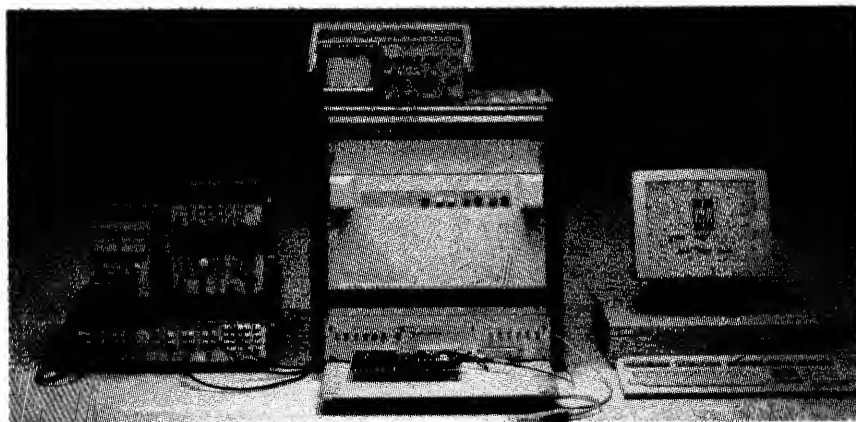
Analyzátor modulace FMA na obr. 3 na str. 3 obálky umožňuje přesně analyzovat modulaci s velkou měřicí rychlostí a velkou dynamikou měření rušivých modulací. Mnohostrannost přístroje vyplývá z možnosti použít ho jako vf čítač, voltmetr, psůfometr, měřič zkreslení a měřič výkonu. FMA najde proto využití v rozhlasové technice (vysílače AM, FM), v komunikačních sítích a při kalibraci měřících vysílačů. Maximální přesnost měření (tj. chyba menší než 0,5 % v oblasti do 20 kHz, menší než 1 % v oblasti od 20 do 100 kHz) je vynikající.

Velké testery osazených desek s plošnými spoji nejsou právě nejlevnějšími měřicími zařízeními a jsou přitom pro jakostní výrobu velmi potřebné — proto firma R&S doplnila svou řadu velkých testerů o koncepčně zcela novou testovací stanici typu TSA, která spojuje vlastnosti velkých testerů s malými rozměry a nižší cenou, takže je dosažitelná i pro testování objektů malé a střední složitosti v přijatelné cenové relaci. Uživatel má možnost celé testovací zařízení individuálně konfigurovat podle potřeby, takže lze dosáhnout za méně peněz výsledků, dosažitelných s velkými testery (TSA je na obr. 4 na 3. straně obálky). Modulární koncepce testeru TSA navíc umožňuje vhodně doplňovat stávající řadu přístrojů, tvořících tester, dodatečně vyvíjenými novými doplňky — firma

poskytuje navíc uživatelům individuální pomoc při instalaci systému a jeho uvedení do provozu, zabezpečuje školení, servis, pomoc při zhotovování doplňkových adapterů apod. i při vývoji uživatelských zkušebních programů. Jedna z možných „analogových“ konfigurací je na obrázku, skládá se z digitálního multimetru, časovače/čítače, generátoru funkcí, z modulu řídicích napětí, z modulu měřících napětí a proudů atd.

Konečně na obr. 5 na 3. str. obálky jsou nové řídicí počítače R&S, výkonné typy

PSA12/15. Jsou samozřejmě kompatibilní s průmyslovým standardem IBM AT. Počítače jsou konstruovány s procesorem 80386, základní takt je 20 MHz, operační paměť má 4 MB. Lze ji však rozšířit až na 8 MB, díky čemuž lze pracovat s moderními operačními systémy jako UNIX, OS/2, WINDOWS 386 aj. Typ PSA 15 má monochromatickou obrazovku 9", PSA 12 je určen pro provoz s externím monitorem. Mezi užívané programovací jazyky patří RAS BASIC, Quick-BASIC, PASCAL, C tad.



Konfigurace přístrojů pro analogový funkční test s TSA

# PRAKTICKÁ ZAPOJENÍ PRO ELEKTRONIKY

Ing. Miroslav Arendáš

Úvodem bych se rád vrátil k tomu, co jsem jako úvodník napsal v minulém roce k číslu 2 Amatérského radia řady B pro konstruktéry — se změnou politických i ekonomických podmínek se pravděpodobně najdou mezi čtenáři AR i „tací“, kteří použijí nejružnější uvedené náměty na stavbu přístrojů i zařízení jak pro svoje vlastní výrobní záměry, tak jako pomoc při výrobě, při níž budou kooperovat s dalšími podnikateli — proto jsem i do tohoto čísla vybral taková témata, která by mohla být zajímavá jak neobvyklým technickým řešením, tak použitím neobvyklých postupů pro převážnou většinu potencionálních čtenářů.

Pro nejširší obec čtenářů jsem pak vybrané přístroje doplnil i částí o jištění elektrických obvodů a o pájení — s problémy kolem jištění a pojistek stejně jako kolem pájení se určitě setká každý, kdo staví nebo bude stavět jakékoli elektronické zařízení.

Rád přivítám jakékoli připomínky jak k výběru témat, tak ke způsobu zpracování.

## Elektromagnetické vlny a přijímače

### Elektromagnetický smog

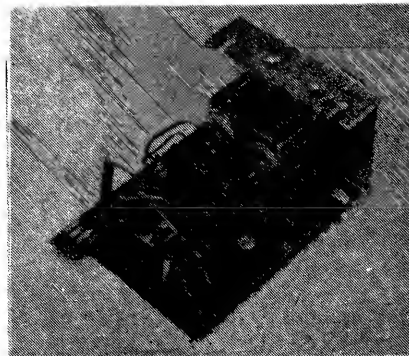
Otevřete-li technický slovník, tak pod tímto termínem nic nenajdete. Přesto se začíná název „elektromagnetický smog“ stále více používat. Zájem veřejnosti o obsah tohoto termínu vyvstal zejména v souvislosti se sporem o uvedení tzv. žižkovského televizního vysílače v Praze do provozu. Souvisí to se zvětšeným zájmem o ekologii a o působení všech civilizačních „produktů“ na zdraví člověka. Je nesporné, že jak elektrické, tak magnetické pole působí na všechny živé organismy, tedy i na člověka. Nechci se zabývat mírou těchto vlivů, spíše bych chtěl osvětlit, co to elektromagnetické pole je, abychom — když o elektromagnetickém poli mluvíme a čteme — vůbec věděli, o co jde.

Elektrické pole vzniká mezi dvěma místy s různým elektrickým potenciálem. Má „siločáry“ i silové účinky, takže může způsobovat i pohyb elektricky nabitých částic. Silné elektrické pole vzniká v přírodě např. vlivem větru, který přemísťuje v suchém vzduchu prachové částice. Mračna získávají elektrický náboj a rozdíl potenciálů mračen a země může být až desítky milionů voltů. Všichni víme, jakou energii se pak tyto potenciály vyrovnávají. Blesk a hrom působí přímo monumentálně. Stejný, či podobný jev nastává ve velice suchých bytech s ústředním topením. Dobře izolující podlahové krytiny, použitý oděv, prach a náš pohyb způsobí, že „se nabijeme“ statickým elektrickým nábojem. Když se pak přiblížíme k topení, přeskóčí z našeho těla na uzemněný díl jiskra. Shodně s touto představou se technicky velikost elektrického pole vyjadřuje ve voltech na metr.

Druhým silovým polem, o kterém je řeč, je pole magnetické. Má také silové účinky a všichni jsme se o nich už jistě přesvědčili. Jedním z největších magnetů je naše země. Zemské póly se shodují s póly magnetickými, takže všechny zavěšené magnety se otáčejí svými póly k pólům země. „Síla“ magnetického pole se vyjadřuje v ampérech na metr. Silové účinky magnetického pole si jistě každý někdy vyzkoušel.

Elektrické a magnetické pole si umíme vyrobit pomocí elektrického proudu a napětí. Přivedeme-li elektrické napětí na dvě vzájemně izolované kovové desky, je v prostoru mezi nimi elektrické pole. Prochází-li vodičem elektrický proud, vytváří se kolem něho magnetické pole. Máme-li tedy dálkové vedení vysokého napětí, tak v jeho bezprostředním okolí je poměrně silné elektrické i magnetické pole. Jedním z klasických protidůkazů, že tato silová pole neovlivňují prostředí, v němž se vyskytují (jak se dosud myslelo), je rozdílný vzrůst rostlin pod dráty vysokého napětí.

Jak však souvisí s elektrickým a magnetickým polem elektromagnetické vlnění? Rádiové nebo televizní vysílání je založeno na existenci dvou vzájemně sfázovaných střídavě se měnících polí (kombinace elektrického a magnetického pole). Základem každého vysílače je anténa, která v podstatě pracuje jako laděný rezonanční obvod, složený z cívky (induktivnost) a kondenzátoru (kapacita). Cívku tvoří provedení vlastní antény, kapacita je realizována „protiváhou“ se zemí. Působením střídavého elektrického signálu vzniká v anténě střídavé elektrické napětí a pak v protifázi elektrický proud. Protože vlastní kmitočet antény souhlasí s kmitočtem střídavého budícího signálu, dochází k rezonanci, která účinky umocňuje populárně řečeno). Anténa pak vyzařuje



elektromagnetické vlny, u nichž je elektrické pole kolmé na pole magnetické.

Běžné komerční rozhlasové vysílače pracují v různých pásmech kmitočtů (dělí se na dlouhé, střední, krátké a ultrakrátké vlny). Název délky vlny vychází ze vztahu mezi kmitočtem vysílače a rychlostí šíření elektromagnetické vlny, která je 300 000 km/s. Tedy jestliže středovlnný vysílač Praha umístěný u Českého Brodu vysílá na kmitočtu 638 kHz, má toto vysílání délku vlny

$$\lambda = \frac{300\,000\,000\text{ m/s}}{638\,000\text{ Hz}} = 470,2\text{ m.}$$

Základním údajem o vysílači je kmitočet (nebo délka vlny), na němž vysílač pracuje. Jednotkou kmitočtu jsou cykly za vteřinu, tedy hertzy, Hz (jednotkou délky vlny jsou metry). Lidstvo používá pro nejružnější vysílací účely pásmo od centimetrových vln až po vlny, které mají délku několika kilometrů. Rozsah a použití jednotlivých pásem je stanoveno mezinárodními dohodami. Ty určují jednotlivým státům vysílací kmitočty pro rozhlas a televizi i s určením maximálních vysílacích výkonů. Zároveň jsou stanoveny kmitočty pro amatérská vysílání, pro různá pojiťka, leteckou zabezpečovací službu atd. Vysílači jsou i různé radarové systémy, družicová pojiťka atd. Je si třeba uvědomit, že kromě užitečných existují i rušivé elektromagnetické vlny, které vysílá třeba každé elektrické vedení. Zdrojem rušivých elektromagnetických vln jsou např. i tyristorové regulátory, ale i běžné domovní zvonky, motory, kolejová elektrická vozidla atd. Když to všechno dohromady shrneme, zjistíme, že prostor kolem nás obsahuje obrovská množství elektromagnetických vlnění (ať již užitečných nebo neužitečných), která se souhrnně projevují jako elektromagnetický smog.

Donedávna se tímto problémem nikdo příliš nezabýval. Vadil pouze některým specialistům, kterým rušil některé příliš citlivé elektronické a elektrické přístroje. Z poslední doby známe např. případy, kdy elektromagnetický smog rušil činnost počítačů apod. Zvětšující se množství elektromagnetického smogu vyvolalo práce, které ukazují, že toto v podstatě silové pole má vliv i na živé organismy. Jaký tento vliv je, který typ elektromagnetického pole škodí a který prospívá nebo je ještě neškodný, je pravděpodobně jádrem dnešních sporů v této oblasti. K vyřešení sporu však chybí technické, vědecké a klinicky ověřené argumenty.

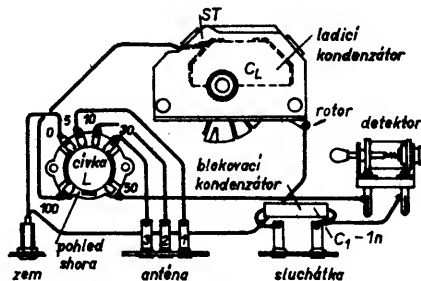
Máme vůbec představu, jaká je energie elektromagnetického vlnění v prostoru, který nás obklopuje? Je-li elektromagnetický smog analogií úrovně hlukové hladiny, která nás obklopuje ve městě na rušné ulici, jaká je tedy asi jeho energie?

Triviální, ale velice názorný důkaz poskytuje stavba jednoduchého krystalového přijímače. Je to vlastně nejjednodušší rozhlasový přijímač, který se používal v počátcích rozhlasového vysílání mezi dvěma světovými válkami. Má pro naše úvahy mnoho zajímavého. Je i dnes plně funkční, co je však nejdůležitější, nepotřebuje žádný zdroj elektrické energie – není to však žádné perpetuum mobile. K jeho provozu postačí právě ta diskutovaná energetická úroveň elektromagnetických vln.

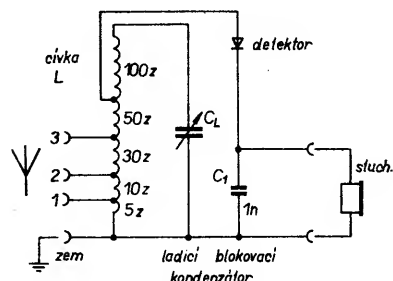
Technické provedení krystalového přijímače je na obr. 1 a obr. 2. Pokud máte jen trochu technického talentu, můžete si takový historickou krystalku sami zhotovit. Základem jsou dva laděné obvody LC. První obvod LC tvoří anténa. Měl by to být drát alespoň pět až deset metrů dlouhý, umístěný co nejvýše nad zemí a od země dobře odizolovaný. Ve třech čtvrtinách délky drátu uděláme svod antény do přijímače. Nutnou kapacitní protiváhu tvoří uzemnění, což je v podstatě spojení krystalky s vodovodním potrubím, ústředním topením nebo kovovou tyčí, zaraženou do země. Druhý laděný obvod tvoří cívka L a vzduchový ladící kondenzátor C ze staršího nebo i nového rozhlasového přijímače (s kapacitou 350 až 500 pF). Cívka L má několik vývodů, které slouží pro připojení antény. Několik jich je proto, že si můžeme vyzkoušet nejvhodnější připojení vnější antény (závisí na délce, umístění a zhotovení). Ti, kteří bydlí v „paneláku“, mohou jako anténu použít vývod pro rozhlasový přijímač v rozvodu ze společné antény, umístěné na domě.

Na horní části cívky L a horní části ladícího kondenzátoru je po připojení antény taková vlnová energie, že stačí přes detektor pouze připojit sluchátka. Detektor je nutný proto, že středovlnný vysílač vysílá s tak zvanou amplitudovou modulací, to znamená, že na základní vysílaný signál je namodulována nízkofrekvenční složka (řeč, hudba), kterou je třeba usměrnit. K demodulaci signálu stačí jednoduché jednocestné usměrnění. Na obr. 1 je nakreslen klasický detektor, vyráběný kdysi z krystalu, na který bylo nutno přitisknout na vhodném místě stříbrný drátek. Dnes použijeme germaniovou hrotovou diodu, např. typu OA5, OA9, GAZ51 atd.

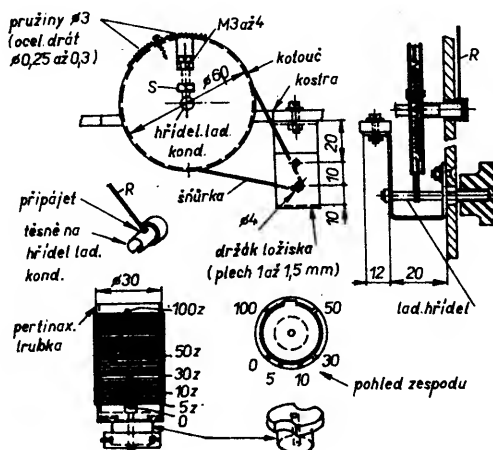
Na tak jednoduchý přijímač můžeme ovšem ve dne poslouchat jen nejsilnější stře-



Obr. 1. Elektrické schéma a mechanické uspořádání krystalky



Obr. 2. Ladící kondenzátor s náhonem a cívka L pro krystalku (antenní cívka má asi 100 závitů drátu o  $\varnothing$  0,3 mm CuL pro rozsah asi 500 až 1600 kHz)



dovinné vysílání jedné nebo dvou stanic. Nicméně i to dává názornou představu o relativně velké energii elektromagnetického vlnění, které nás všude obklopuje.

Zde mi dovolu malý odbočení. Chtěl bych upozornit na přednášky nadšeného propagátora elektroniky profesora Trunečka, který již v době po druhé světové válce upozorňoval na celou řadu zajímavých otázek kolem elektromagnetických střídavých polí. Vysílač a soubor přijímačů představují reálné prvky, u nichž dovedeme zcela přesně změřit vstupní a výstupní energii, jejich účinnost. Máme vysílač, který vysílá na určitém, pevně stanoveném kmitočtu daným výkonem. Přijímače tvoří množinu prvků, z nichž každý, jak jsme si ukázali na příkladu krystalky, si z vysílané energie odebere určitou, reálnou změřitelnou část. Přesto množina přijímačů tvoří podle matematické definice nekonečnou množinu prvků, neboť vždy přesně podle matematické definice nekonečna lze přidat  $(n+1)$ . prvek, aniž bychom narušili činnost množiny jeho celku. Je tedy množina přijímačů reálný model nekonečna, tvořeného z reálných prvků, u nichž nedovedeme nikdy stanovit konec řady.

Krystalový přijímač ovšem není jediným důkazem přítomnosti elektromagnetického smogu. Umístíte-li do citlivého vstupu svého ní zařízení drát, uslyšíte šum, který představuje právě tento smog. Ovšem bez hlubších znalostí problematiky nelze v této teoreticky i prakticky velice náročné disciplíně nic dělat. Proto je diletantský vedený spor kolem televizního vysílače na Žižkově směšný. Odborníci se ohánějí normami, které si ovšem sami stanovili. Poukazují na jiné vysílače postavené v centrech měst. Veřejnost podporována českým ministerstvem životního prostředí argumentuje neznámými vlivy – ovšem nikdo neví, jak tyto vlivy působí.

Aby nedošlo k omylu. Nechci se tímto článkem přidat na jednu nebo druhou stranu. Obě bych chtěl upozornit, že spouští lavinu problémů, které žádná ze zúčastněných

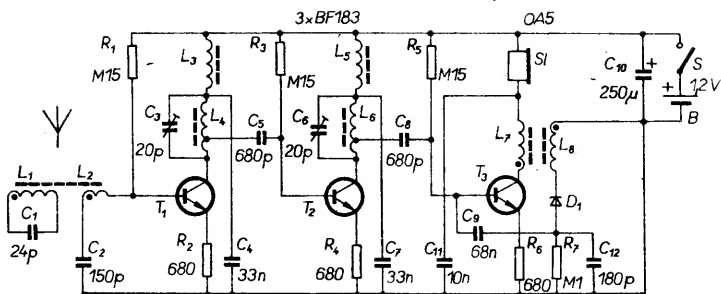
stran nebude moci v dohledné době kompletně vyřešit. Opět uvedu příklady. I odrušený motorek vysavače, fénu nebo elektrické pračky vytváří v domácnosti větší úroveň smogového elektromagnetického pole, než by do žižkovských domácností zanesl ten tolik diskutovaný televizní vysílač. Není neobvyklé, že naměříme hodnoty i řádu mV/m. V západní Evropě se v současné době zdvihá neúměrně vůči mikrovlnným troubám. Obavy vznikají z jejich vyzařování a působení na zdraví. Vždyť mikrovlnná trouba je v podstatě mikrovlnný vysílač s velkou energií, umístěný přímo v domácnosti. Podle precedenty vzniklého zákazem žižkovského vysílače by ji nemohl mít ani můj soused, protože by mne ohrožoval „neznámými vlivy“ elektromagnetického vlnění.

Je-li dnes prokázáno, že jsou senzibilní jedinci, kteří na sobě pocítí poruchy geomagnetického pole, je nesporné, že toto pole má na lidský organismus vliv. Je-li úroveň elektromagnetických smogů, které nás obklopují, energeticky ještě vyšší než je pole země, lze usoudit, že i elektromagnetický smog má na náš organismus vliv. Jaký? V tom je právě jádro všech v současné době neřešitelných sporů.

## Malé přenosné rádio

K tomu, abychom si mohli zhotovit malý rozhlasový přijímač, rádio, které se vejde do krabičky 150 mm dlouhé a je jen 40 mm široké a 12 mm vysoké, je třeba mnoha zjednodušení. Popisovaný přijímač nemá proto žádný ovládací prvek kromě spínače zapnuto-vypnuto. Je naladěný pro poslech jediné středovlnné stanice. Nemá ani potenciometr pro zesílení nebo zeslabení signálu. Je to něco jako přenosný rozhlas po drátě, přičemž poslech je možný jen na sluchátka. Ačkoli je to paradoxní, tak se podobné jednoduché přijímače stávají stále více populární. Je to dáno tím, že se začínají objevovat speciální vysílací stanice, které vysílají





Obr. 3. Malé přenosné rádio

mnohdy i čtyřadvacet hodin denně nonstop populární hudbu určenou pro mládež. Pak poslech takové stanice vyhledává stále více mladých lidí, kterým malé přenosné rádio, mnohdy vestavěné přímo ve sluchátkách, nahrazuje walkmana, neboť walkman má velkou spotřebu baterií a musíme sebou nosit kazety. U tohoto rádia je spotřeba energie nepatrná. Vystačí s malým napájecím napětím 1,2 až 1,5 V. Odběr proudu se liší podle toho, co naladěný vysílač právě vysílá, může být až řádu desítek mA. Proto jako napájecí baterie plně vyhovuje jedna tužková baterie nebo malý akumulátor NiCd.

Jak jsme si řekli, miniaturní provedení je umožněno tím, že konstrukce neobsahuje ladící kondenzátor, potenciometr pro zesílení signálu ani reproduktor a má miniaturní napájecí zdroj. Funkci si vysvětlíme podle schématu na obr. 3: Kmitočet přijímaného signálu určuje rezonanční kmitočet obvodu složeného z cívky  $L_1$  (která je navinuta na feritové tyčce) a kondenzátoru  $C_1$ . Údaje  $L_1$  a  $C_1$  uvedené na závěr článku odpovídají kmitočtu 750 až 800 kHz (vzhledem k rozptýlu kapacity kondenzátoru a indukčnosti cívky). Cívka  $L_2$  je také navinuta na tyčce feritové antény, tvoří vlastně s  $L_1$  sekundární vinutí v transformátoru. Přijímaný vlnový signál je přímo přiveden na bázi prvního tranzistoru  $T_1$ .

Tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  jsou zapojeny ve dvou zcela shodných stupních, které představují vysokofrekvenční zesilovací členy, naladěné na nosný kmitočet vysíláče, jehož signál přijímáme – laděné obvody v kolektorech obou tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$ , tvořené cívkami  $L_4$  a  $L_6$  spolu s paralelními kondenzátory  $C_3$  a  $C_6$ , musí mít stejný rezonanční kmitočet jako vstupní paralelní obvod  $C_1L_1$ . Aby byl každý vlnový zesilovací stupeň oddělen od rozvodu napájecího napětí a nedocházelo k interferenci, je každý z tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$  napájen přes člen LC, tvořený nejprve „oddělovací“ cívkou  $L_3$  a  $L_5$  a blokovacím kondenzátorem  $C_4$  a  $C_7$ .

Poslední tranzistor je zapojen jako detekční a reflexní stupeň. Přes vazební kondenzátor  $C_8$  přichází na bázi  $T_3$  prakticky původní, pouze zesílený vlnový signál vysíláče. Ten se zesílí  $T_3$  a transformuje z  $L_7$  do  $L_8$ . Detekční člen tvořený diodou  $D_1$ , kondenzátorem  $C_{12}$  a rezistorem  $R_7$  oddělí nízkofrekvenční signál vysíláče od vlnových složek. Takto získaný nízkofrekvenční signál je zaveden jako kladná zpětná vazba zpět na bázi  $T_3$ . Zde se zesílí a můžeme jej poslouchat ve sluchátkách zapojených v kolektoru  $T_3$ . Sluchátka musí mít impedanci větší než 1600  $\Omega$ . Nelze tedy v žádném případě použít tzv. nízkoohmová sluchátka (s malou impedancí) z telefonních vložek. Kondenzátor  $C_{11}$  odděluje nízkofrekvenční a vlnové složky signálu.

Mnohé na schématu určitě trochu odrazuje množství cívek, které je třeba ručně vinout. V tomto případě je to však jednoduché.

Jako jádro použijeme vždy ferit. Pro  $L_1$  a  $L_2$  tyčku o průměru 10 mm délky 100 až 150 mm. Ostatní cívky jsou navinuty na feritových toroidních jádrech o rozměrech  $7 \times 4 \times 2$  mm, rozměry kouček nejsou však kritické ani určující. Můžeme použít takové toroidy, jaké seženeme. Vineme tak, že drát navlékneme do jehly a protahujeme jej středem, jako bychom šili.

Začneme nejprve anténou. Cívka  $L_1$  má 115 závitů,  $L_2$  10 závitů, obě drátem o  $\varnothing 0,1$  mm CuL. Každou cívku navineme na papírovou, přešpánovou podložku. Cívka  $L_1$  začíná na kraji feritové tyčky antény, pokračujeme pak cívku  $L_2$ . Vineme závit vedle závitu. Při konečném dolaďování přijímače neodvíváme z žádné cívky závitů, ale měníme kmitočet kondenzátoru  $C_1$ . Je možné i cívky  $L_1$  a  $L_2$  vzájemně vůči sobě posunovat po tyčce antény.

Všechny ostatní cívky jsou pak, jak již bylo uvedeno, navinuty na pěti stejných toroidních (prstencovitých) jádrech. Všechny stejným vodičem, drátem o  $\varnothing 0,1$  až  $\varnothing 0,15$  mm CuL.  $L_4$  a  $L_6$  mají indukčnost asi 460  $\mu$ H, 55 závitů s odbočkou na 17. závit,  $L_3$  a  $L_5$  mají indukčnost asi 260 mH, tj. 260 závitů (každá). U vlnového transformátoru tvořeného  $L_7$  a  $L_8$  má  $L_7$  indukčnost 2,4 mH (130 závitů) a  $L_8$  indukčnost 4 mH (170 závitů).

### Jednoduchý přijímač

Zhotovit si dnes doma rozhlasový přijímač proto, že jej potřebuji, je nesmysl. Přesto se všechny amatérské časopisy takovými návody jen hemží. Důvod je prostý. Chceme-li si totiž doma udělat jen tak něco pro radost z toho, že nám „neživá hmota“ začne pod rukama hrát či mluvit, tak nejvhodnější je rozhlasový přijímač. Dostaneme se tím do role stvořitele, kterému ta trocha součástek pod rukama obživne.

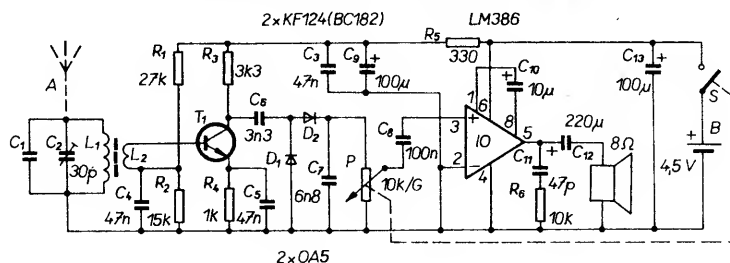
Popis přijímače na obr. 4 je určen jako informace ke zhotovení přenosného přijímače, určeného pro příjem jedné silné stanice v pásmu středních vln. Prohlédneme-li si zapojení na obr. 4 vidíme, že se jedná prakticky o přímozesilující přijímač (nebo použijeme-li klasické amatérské názvosloví, je to

krystalka se zesilovačem). Přijímanou stanicí určuje rezonanční kmitočet laděného obvodu určeného kapacitou paralelně spojených kondenzátorů  $C_1$  a  $C_2$  spolu s indukčností cívky  $L_1$ , která je navinuta na feritové tyčce a tvoří zároveň přijímací anténu.  $L_1$  a  $L_2$  zároveň tvoří vlnový transformátor tak, aby se naladěný vysokofrekvenční signál dostal na bázi tranzistoru  $T_1$ . První stupeň přijímače s tranzistorem  $T_1$  tento signál zesílí. Pak následuje detektor sestavený z diod  $D_1$  a  $D_2$ . Na kondenzátoru  $C_7$  je pak pouze nízkofrekvenční signál, jehož průběh odpovídá hudbě nebo mluvenému slovu z vysílané stanice. Potenciometrem  $P$  se nízkofrekvenční signál zesiluje nebo zesiluje na potřebnou úroveň. Je použit běžný typ potenciometru z malých přenosných přijímačů, který má logaritmický průběh změny odporu a na stejné hřídeli má zároveň spínač, kterým lze vypnout nebo zapnout napájecí napětí z baterie. Konečný stupeň je tvořen integrovaným obvodem. Jeho typ je dán tím, že je přijímač napájen malým napájecím napětím. Na výstup IO lze připojit běžný malý reproduktor 8  $\Omega$  bez výstupního nízkofrekvenčního transformátoru.

Nyní k vlastní konstrukci. Pokud má přijímač sloužit jako přenosný (podobně jako walkman nebo jeho doplněk), je vhodné jej postavit jen pro příjem jedné silné středovlnové stanice. Tím, co mají k dispozici Q-metr, si potřebnou kapacitu  $C_1$  určí snadno. Ostatní to musí provést buď zkusmo, nebo lze místo  $C_1$  připojit nejprve kondenzátor s proměnnou kapacitou (0 až 500 pF) ze starého rozhlasového přijímače. Když si naladí stanicí, kterou budou na přijímači poslouchat, nahradí jej pevným kondenzátorem o stejné kapacitě.

Cívky  $L_1$  a  $L_2$  navineme vedle sebe závit vedle závitu na tyčku feritové antény. Obě cívky vineme tenkým opředěným lankem nebo lakovaným měděným drátem o průměru asi 0,1 mm. Začneme asi 5 mm od konce cívky  $L_1$ , která má 60 závitů. Pak pokračujeme cívku  $L_2$  s deseti závitů. Orientační délka cívky  $L_1$  by měla být asi 30 mm, délka  $L_2$  7 až 10 mm. Průřez feritové tyčky není kritický. Použijeme takovou, jakou seženeme (s kruhovým, čtvercovým nebo obdélníkovým profilem). Délka tyčky by měla být asi 100 mm.

Pro napájení použijeme jednu plochou nebo tři tužkové baterie. Odběr proudu ze zdroje závisí na nastavené hlasitosti reproduktoru a na druhu vysílání (řeč, hudba). V klidu je jen několik miliampérů, při plném zesílení asi 300 mA. Pokud by si někdo chtěl přijímač zhotovit ve stolním provedení, pak samozřejmě může použít místo  $C_1$  proměnný ladící kondenzátor, pak bude možno přijímat stanic několik. V takovém případě bych však doporučil zvětšit napájecí napětí na 9 V. Přijímač má v takovém případě větší výkon (asi 400 mW). V zapojení je však



Obr. 4. Jednoduchý rozhlasový přijímač

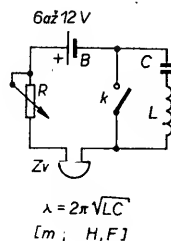
třeba udělat změnu, a to zmenšit odpor rezistoru  $R_2$  na 9,1 k $\Omega$ . Zapojení integrovaného zesilovače  $10_1$  se při této změně nemění. Ve stolním provedení se doporučuje pro zvětšení citlivosti přijímače připojit vnější anténu, která je ve schématu naznačena čárkovaně.

Přijímač lze postavit na desce s plošnými spoji podle obr. 5.

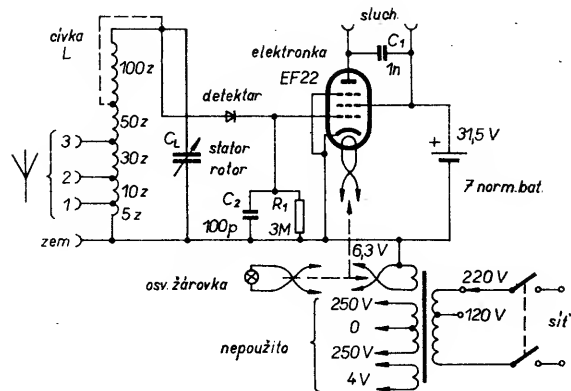
### Jednoduchý vlnoměr

Není nic neobvyklého, když se skrovným vybavení domácí dílny nebudeme umět určit kapacitu kondenzátoru  $C$ , který u vstupního anténního obvodu přijímače nahrazuje ve dvou předchozích návodech ladící kondenzátor a vlastně přímo určuje tu jedinou stanici, kterou budeme na přijímači přijímat.

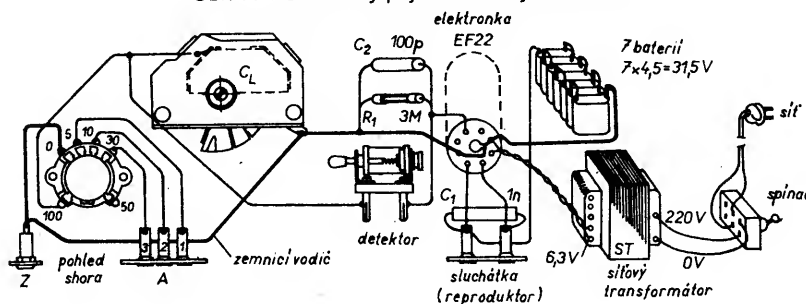
Tyto problémy měli amatéři vždycky a dovolte mi jen na okraj jednu malou radu, která je stará mnoho let. Vlastně všechno je na elektrickém schématu na obr. 6. Jak tedy takový jednoduchý vlnoměr, kterým určíme přesný rezonanční kmitočet obvodu  $LC$  pracuje? Nejprve si musíme uvědomit, že stejný rezonanční kmitočet má paralelní i sériový obvod  $LC$ , pokud jsou složeny ze stejných součástí. Pro určení rezonančního kmitočtu platí známý vzorec  $\lambda = 2\pi\sqrt{LC}$  [m; H, F], údaj o kmitočtu dostaneme vlastně nepřímou, jako vlnovou délku v metrech a kmitočet musíme vypočítat. Přístroj se vlastně skládá jen z baterie 6 až 12 V, běžného stejnosměrného zvonku, který má uvnitř cívku a přerušovací kontakt  $k$ . Takovému uspořádání zvonku se také říká Wágnerovo kladívko. Pro regulaci zvonění ještě do obvodu zapojíme malý drátový potenciometr  $R$  s odporem



Obr. 6. Elektrické schéma jednoduchého vlnoměru



Obr. 7. Rozhlasový přijímač z doby elektronek



dráhy asi 10  $\Omega$ . Zkoumaný obvod  $LC$  připojíme paralelně ke kontaktu Wágnerova kladívka. Vlivem velkého množství harmonických kmitů se v obvodu  $LC$  vybudí i signál rezonančního kmitočtu a tento obvod pracuje jako vysílač. My si pak vezmeme běžný rozhlasový přijímač a protože jsme již předběžně rezonanční kmitočet  $LC$  odhadli, tak se na vysílání signál snadno naladíme. Po-

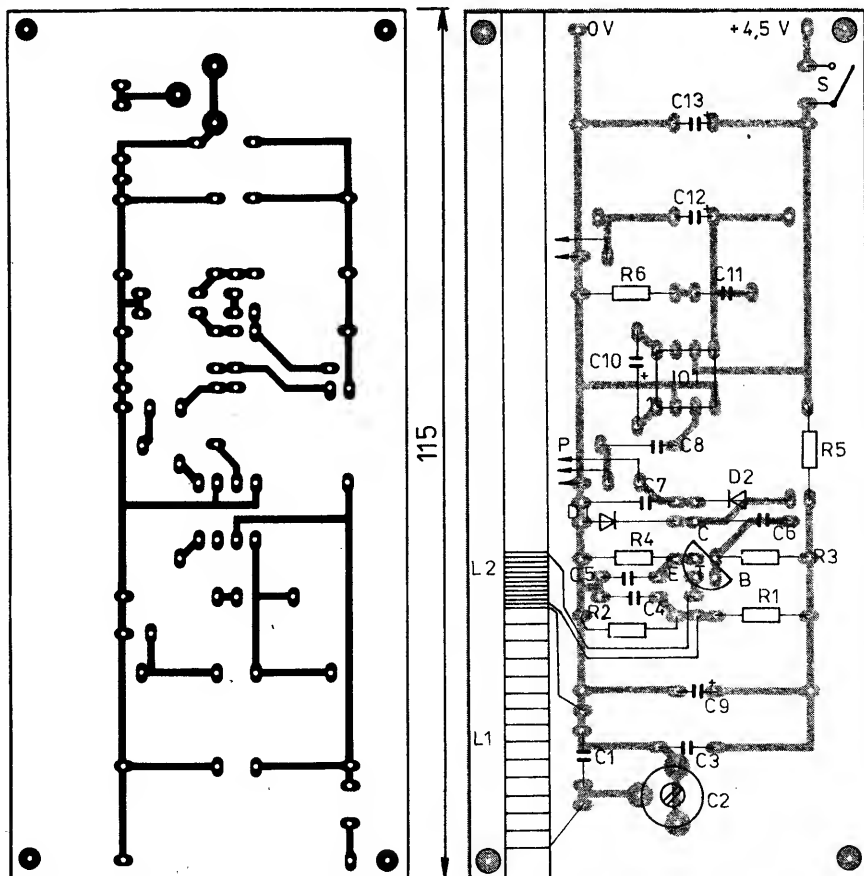
tenciometrem si jen trochu pomůžeme, protože ten mění svou změnou i kmitočet kmitání zvonku.

### Rádio od dědečka

Na obr. 7 je elektrické schéma a mechanické provedení velice jednoduchého přijímače, který byl určen pro amatéra krátce po druhé světové válce. Je to tedy dědečkovské amatérské rádio, pokud se váš dědeček elektronikou v tehdejší době trochu zabýval. Technicky to je vlastně pouze krystalka s jednostupňovým elektronickým zesilovačem, přímozesilující středovlnný přijímač, podobný předchozím dvěma návodom. Nepředpokládám, že si jej někdo ještě zhotoví – snad jej uvítají však sběratelé starých přijímačů, jichž stále přibývá. Zde jej uvádím především jako příklad pokroku elektroniky a s ní souběžně se rozvíjející amatérské elektroniky.

To, co je při srovnání nejvíce patrné, jsou vlastně velikosti součástek, především zesilovací elektroniky. Všimněte si, že potřebuje dvojí napájecí napětí – žhavicí 6,3 V, které se odebírá ze síťového transformátoru, protože může být i střídané, a tzv. anodové. Minimální anodové napětí je pro elektronku asi 30 V, což odpovídá sedmi plochým bateriím. Odběr proudu z obou zdrojů napětí je značný. Pro žhavení potřebuje použitá elektronka proud 200 mA, což je příkon  $P = 6,3 \cdot 0,2 = 1,26$  W. Anodový proud je sice menší, několik miliampérů, při použití napětí je však příkon také relativně velký. Když to srovnáme s jakýmkoli dnešním tranzistorovým rádiem, tak zjistíme, že potřebný příkon je asi desetkrát větší. Úspora a jednoduchost napájení je jedním z předpokladů, který umožnil miniaturizaci součástek i celých přístrojů.

Pro ty, kteří se chtějí nad provedením jednoduše zamyslet, uvedu stručný popis funkce. Kmitočet přijímané stanice je určen rezonančním kmitočtem obvodu  $LC$ , který je složený z cívky  $L$  a ladícího vzduchového kondenzátoru  $C_L$ . Jde o stejný obvod jako u dříve popsané krystalky. Detektor (použijeme germaniovou krystalovou diodu)



Obr. 5. Návrh desky s plošnými spoji pro schéma z obr. 5 (deska Z 207)

oddělí nízkofrekvenční složku od vř. signálu, takže na první mřížce elektronky EF22 je již vř. signál z přijímané stanice. Sluchátka s velkou impedancí tvoří zároveň zatěžovací (pracovní) anodový odpor.

## Nf technika

### Bezdrátový mikrofon

Připojit mikrofon bez kabelu (tedy „bezdrátově“) k zesilovači je pro používání velice pohodlné. Nemusíme za sebou vláčet kabel, který se zaplétá, kroutí, špiní atd. V některých případech je použití bezdrátového mikrofonu úplnou nezbytností, např. když konferenciér pořadí sestoupí mezi diváky nebo tančící v sále apod.

Podstatou popisovaného zařízení je malý vysílač, který lze vestavět do kovové roury o průměru 40 mm. Anténu tvoří přesahující kablík o orientační délce 400 mm (viz obr. 8). Ten samozřejmě při manipulaci s mikrofonem vůbec nevadí. Přijímací část tvoří běžný rozhlasový přijímač s rozsahem VKV, kterým se na vysílaný signál doladíme. Vysílací signál má kmitočet asi 110 MHz, stabilitu  $\pm 50$  kHz, vysílaný výkon na anténě asi 1  $\mu$ W. Vysílač se napájí ze dvou malých akumulátorů NiCd či dvou burelových článků (napětí od 2,5 do 3 V). Odběr ze zdroje je asi 4 mA. Dosah vysílače je malý, orientačně 15 až 20 m, řídí se pochopitelně i citlivostí použitého rozhlasového přijímače. Nř signál z přijímače můžeme pak libovolným, běžným způsobem zpracovat. Použijeme např. vývod pro sluchátka, na který připojíme vstup zesilovače, směšovacího pultu nebo vstup magnetofonu atd.

Činnost „bezdrátového mikrofonu“ (jeho vysílací části) si popíšeme podle schématu na obr. 8. Krystalový mikrofon je připojen přes vazební kondenzátor  $C_1$  na bázi tranzistoru  $T_1$ , který plní funkci zesilovače a modulatoru. Klidový kolektorový proud je kromě odporu zatěžovacího kolektorového rezistoru  $R_3$  určen zejména odporem rezistoru  $R_2$ . Tento proud by měl být orientačně asi 1 mA. Při ožiování je třeba zjistit, jaký signál je na kolektoru tranzistoru  $T_1$  (osciloskopem), zda náhodou vlivem střídavé zpětné vazby tvořené oběma diodami  $D_1$  a  $D_2$ , kondenzátorem  $C_2$  a trimrem  $P_1$  celý stupeň nekmitá parazitními kmity. Nastavením běžce trimru  $P_1$  určujeme zesílení. Trimrem  $P_2$  se nastává kmitočtový zdvih.  $T_2$  je zapojen jako oscilátor, kmitající na základním kmitočtu asi 110 MHz. Ten je samozřejmě určen paralelním laděným obvodem  $C_7L_1$ . Pokud bychom chtěli kmitočet mírně změnit, např. proto, že na námi zvoleném kmitočtu ruší nějaká stanice, tak postačí poněkud změnit rozteče cívky  $L_1$ . Požadujeme-li větší změnu kmitočtu, musíme změnit kapacitu kondenzátoru

$C_7$ . Kondenzátor  $C_6$  lze realizovat jako dva izolované dráty, vzájemně stočené v délce asi 10 až 15 mm. Přesnou kapacitu kondenzátoru již po zapájení drátů do desky s plošnými spoji upravíme zkracováním obou drátů štipáčkami až při ožiování přístroje. Stejnsměrný pracovní bod oscilátoru je určen odporem rezistoru  $R_4$ . Klidový kolektorový proud  $T_2$  je asi 2 mA. Tranzistor  $T_3$  je zapojen jako výkonový koncový stupeň (pokud ovšem lze o výkonu při 1  $\mu$ W na anténě vůbec hovořit). Klidový kolektorový proud tohoto tranzistoru je asi 2 mA.

Jako spínač  $S$  doporučuji použít malý mikrospínač, kterým se při stlačení celý bezdrátový mikrofon zapne. Zda spínač upravíme jako tlačítko či klasický spínač určíme podle toho, k jakému účelu hodláme zařízení provozovat. Pro stálý odposlech je nutný „klasický“ spínač, pro reportáž je šikovnější tlačítko.

Jako u každého vř. zařízení je důležité při stavbě rozložení součástek, to je v našem případě dáno deskou s plošnými spoji na obr. 9. Závěrem ještě k realizaci cívek  $L_1$  až  $L_3$ . Všechny jsou navinuty měděným drátem na průměru 4 mm. Jsou samonosné, pájejí se do příslušných plošných spojů s co nejkratšími vývody.  $L_1$  má 6 závitů,  $L_3$  7 závitů drátu o průměru 0,6 mm.  $L_2$  má 3 závitů drátu o průměru 0,4 mm.  $L_1$  a  $L_2$  jsou v jedné ose tak, aby mezi nimi byla vazba a celek pracoval jako vř. transformátor. Všechny cívky jsou bez jádra.

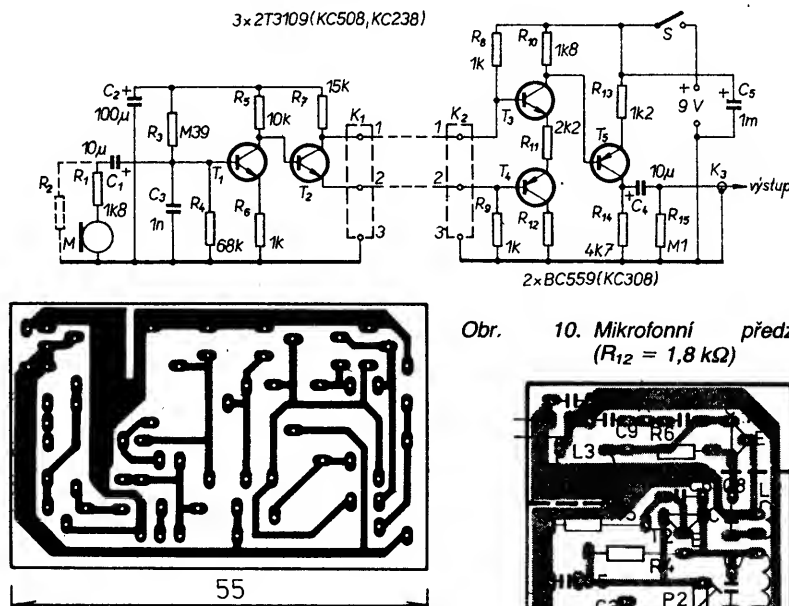
### Mikrofonní předzesilovač

Musíme-li k mikrofonu použít delší šňůru, je nutný předzesilovač. Důvody jsou známé. Dlouhé kabely spojující mikrofon se vstupem

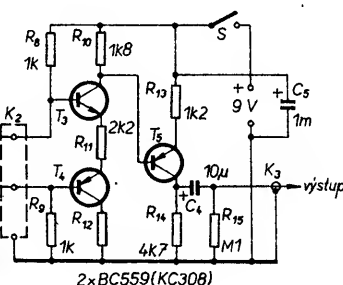
zesilovače jsou zdrojem šumu a signál zeslabují. Navíc ani stínění u delší šňůry nezabrání tomu, aby se do vstupu zesilovače nenaindukovaly rušivé signály.

Jaké má mít dobrý předzesilovač vlastnosti? Ideální je, může-li se použít standardní dvojžilová stíněná šňůra s běžnými nízkofrekvenčními konektory – tedy když použití předzesilovače nevyžaduje nějakou nestandardní připojovací nebo spojovací součástku. V tomto smyslu bývá někdy potíž s napájením. Předzesilovač by měl být napájen dálkově z místa, kde je umístěn zesilovač nebo směšovací pult. Signál se musí přenášet na co nejmenší impedanci, aby šumové poměry byly co nejvýhodnější. Naopak se nekládou žádné zvláštní požadavky na napěťové zesílení signálu – často stačí pouze malé zesílení k tomu, aby se získal výhodný odstup signál-šum.

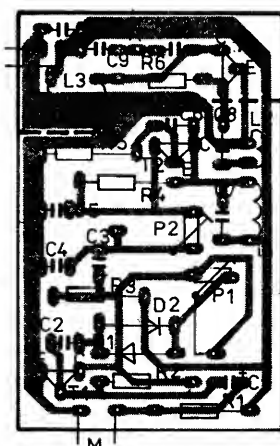
Zapojení mikrofonního předzesilovače podle obr. 10 splňuje všechny požadavky a navíc mu nechybí konstruktérský vtíp. Nestandardní je jeho rozdělení na dvě části, což elegantně řeší problémy s napájením a přenosem na malé impedanci. Mikrofon  $M$  je připojen přes přízpusobovací rezistor  $R_1$  (případně  $R_2$ ) k vazebnímu kondenzátoru  $C_1$ . Následuje předzesilovač s tranzistorem  $T_1$ , k němuž je připojen emitorový sledovač tvořený tranzistorem  $T_2$ . Napěťové zesílení obou těchto stupňů je asi 10. Malý přenosový odpor je v podstatě určen rezistorem  $R_9$ , jehož odpor můžeme volit i menší než 100  $\Omega$ .  $T_1$  i  $T_2$  se všemi svými pasivními prvky jsou umístěny v rukojeti mikrofonu. Obě části jsou spojeny kabelem mezi konektory  $K_1$  a  $K_2$ . Protože celý předzesilovač je stejnosměrně vázaný, je i levá část včetně



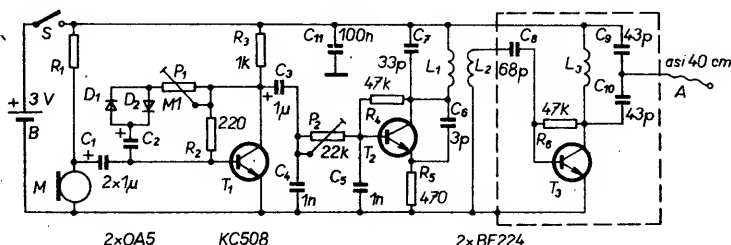
Obr. 8. Zapojení bezdrátového mikrofonu

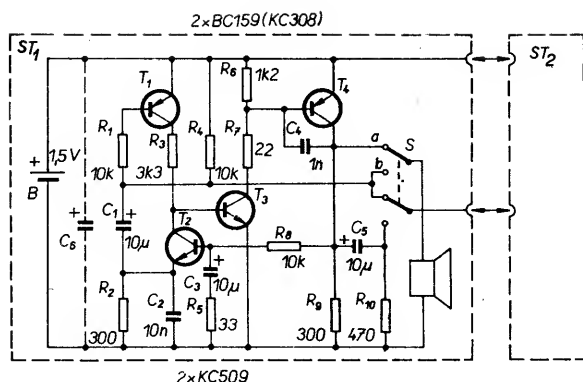


Obr. 10. Mikrofonní předzesilovač ( $R_{12} = 1,8$  k $\Omega$ )

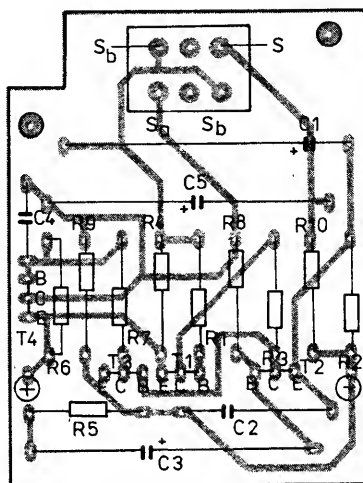
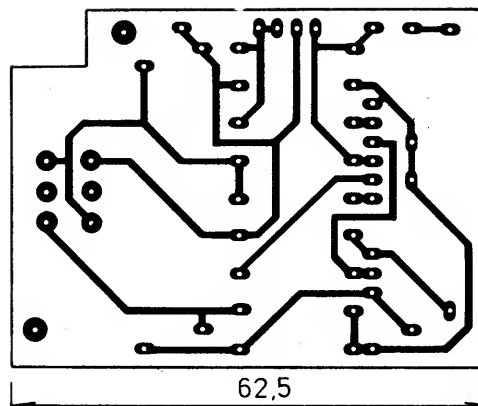


Obr. 9. Návrh desky s plošnými spoji pro zapojení z obr. 8 (deska Z 208)





Obr. 11. Hlasitý telefon s malým napájecím napětím



Obr. 12. Deska s plošnými spoji jedné účastnické stanice hlasitého telefonu z obr. 11 (deska Z 209)

mikrofonu napájena z jednoho místa napětím +9 V. Zesilovač v pravé části schématu se skládá z dvojitinného stupně, tvořeného komplementární dvojicí tranzistorů  $T_3$  a  $T_4$ . Zesílení je asi 4. Výstupní člen tvořený tranzistorem  $T_5$  je opět pouze stupeň, který odporem svého kolektorového rezistoru ( $R_{14}$ ) vytváří impedanční přizpůsobení ke vstupu následujícího směšovacího pultu nebo zesilovače.

K praktické činnosti je třeba poznamenat, že pro bezšumový provoz je třeba zajistit napájecí napětí +9 V s minimálním zvlněním. Zdroj může být nestabilizovaný, odběr je menší než 200 mA. V případě oscilací se někdy k filtračním kondenzátorům  $C_2$  a  $C_5$  přidávají paralelně ještě „bezindukční“ polštářkové kondenzátory o kapacitě 50 až 100 nF. Všechny tranzistory by měly být typy s co nejmenším šumem, určené pro nf zesilovače. Tranzistory  $T_3$  a  $T_4$ , tvořící komplementární dvojici, by měly být párovány, tj. vybrány tak, aby jejich zesilovací činitel  $h_{21E}$  byl shodný.

Při ožívování si bez signálu zkontrolujeme úroveň stejnosměrných napětí: Na kondenzátoru  $C_2$  by mělo být napětí asi 4,2 V, na přenosovém vedení, svorka 1, asi +6 V, svorka 2, asi +2,5 V a na kolektoru  $T_5$  asi +4,5 V, měřeno vůči nulové svorce napájecího napětí +9 V.

### Hlasitý telefon s malým napájecím napětím

Zařízení se skládá z dvou prakticky totožných stanic  $ST_1$  a  $ST_2$ , které jsou spolu spojeny dvoudrátovým vedením. Na kratší vzdálenost si můžete dovolit i spojení jedním drátem a místo druhého použít pouze dobré uzemnění. Provede se to tak, že + vývod baterie na každé stanici se spojí s vodovodním potrubím nebo tělesem ústředního topení. Každá ze stanic  $ST_1$  a  $ST_2$  má svůj napájecí zdroj, kterým je jeden monočlánek B o napětí 1,5 V. Můžeme jej nahradit i jedním akumulátorem NiCd. Protože v klidovém stavu je odběr ze zdroje asi 1  $\mu$ A, nepotřebuje žádná ze stanic spínač napájení. To má tu výhodu, že soustava těchto dvou stanic je neustále v pohotovostním stavu, připravena k provozu.

Každá stanice má pouze jeden ovládací prvek, kterým je spínač S (typu lsostat). Do polohy *b* uvádíme spínač jen tehdy, když chceme mluvit s protistranou. Mluví-li někdo na druhé stanici, nemůžeme hovor ani vy-

pnout, ani ztlumit. Jako reproduktor a mikrofon současně slouží běžný dynamický reproduktor 8  $\Omega$  z tranzistorového rádia – ten tedy plní dvě funkce: není-li S v poloze *b* u jedné ze stanic, tak reprodukuje to, co říká protistrana. Je-li spínač v poloze *a*, tak pracuje reproduktor jako dynamický mikrofon. Mluvíme do něj ze vzdálenosti 20 až 40 cm.

Činnost je patrná ze schématu (obr. 11). Přichází-li od druhé stanice nízkofrekvenční hovorový signál, zesílí se tranzistorem  $T_1$ , přichází na bázi  $T_3$  a přes  $R_7$  na koncový tranzistor  $T_4$ . Ten má v kolektoru zapojen přímo reproduktor. Tranzistor  $T_2$  ovládá střídavou zpětnou vazbu o velikosti  $R_8/R_5$ , která udržuje zesílení střídavého nf signálu na určité velikosti. Kondenzátor  $C_4$  zabraňuje tomu, aby se poslední stupeň s  $T_4$  rozkmitával.

Při spínači v poloze *b* se odpojí reproduktor od kolektoru  $T_4$  a připojí se na vstup kaskádního zesilovače. Když do reproduktoru začneme mluvit, začne se vytvářet střídavý nf signál, který se v kaskádě tranzistorů  $T_1$ ,  $T_3$  a  $T_4$  zesílí. Z kolektoru  $T_4$  přes vazební

kondenzátor  $C_5$  se vede nf signál vedením na vstup partnerské stanice ( $ST_2$ ). Protože ta je zapojena totožně, tak se v ní signál ještě příslušně zesílí a reprodukuje. Jak plyne z popisu, může současně mluvit jenom jeden z abonentů. Přenos je tedy možný vždy jen jedním směrem.

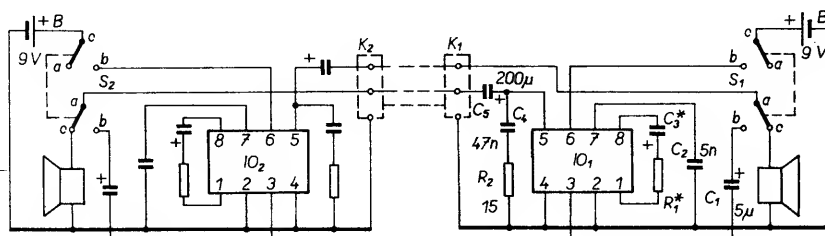
Deska s plošnými spoji jedné účastnické stanice je na obr. 12.

### Hlasitý telefon s integrovaným nf zesilovačem

Hlasitý telefon je v podstatě určen k tomu, čemu říkáme dispečerská služba. Klasické použití spočívá ve spojení mezi sekretářkou a kanceláří šéfa. Tam taková věc patří přímo k bontonu. Velice výhodný je i v domácnosti. Máme-li jej umístěný před vrátky nebo domovními dveřmi, můžeme se s návštěvou domluvit, dříve než ji vpustíme dovnitř.

Přístroje musí být samozřejmě dva a jsou svým mechanickým i elektrickým provedením totožné. Proto jsou také hodnoty součástek uvedeny jen v pravé části schématu (obr. 13), u jedné stanice. Každá stanice má jeden aktivní prvek, integrovaný obvod LM386, svůj napájecí zdroj, kterým je baterie 9 V a jediný ovládací prvek, kterým je spínač S (tlačítko), který stiskneme jen tehdy, když chceme něco protistraně sdělit.

Integrovaný obvod LM386 je operační výkonový zesilovač, pracující s malým napětím. Používáme u něj pouze neinvertující vstup 3. Druhý vstup (2) zesilovače, tzv. invertující, je uzemněn, tedy spojen s 0 V napájecího zdroje. Jak jsme si řekli, stanici ovládáme jediným spínačem (tlačítkem typu lsostat). Jakmile spínač přepneme (tlačítko stiskneme), přivedeme na svorku 6 integrovaného obvodu  $IO_1$  napájecí napětí +9 V. Druhý díl spínače (tlačítka) připojí reproduktor přes vazební kondenzátor  $C_1$  ke vstupu 2 zesilovače. Tím je integrovaný obvod v činnosti. Začneme-li do reproduktoru mluvit, pracuje jako dynamický mikrofon a na výstupu 5 zesilovače dostaneme nízkofrekvenční signál. Ten pak vedeme přes vazební kondenzátor  $C_5$  na konektor  $K_1$ . Následuje vede-



Obr. 13. Hlasitý telefon s integrovaným obvodem



ní, spojující obě stanice. V druhé stanici máme na vedení připojen (přes klidový kontakt spínače) reproduktor protistanice. Když tedy v jedné stanici do reproduktoru mluvíme při spínači v poloze *a-c*, druhý reproduktor řeč reprodukuje.

Propojení mezi stanicemi je v podstatě třížilové. Každý výstup zesilovače „má svůj drát“. Třetím vodičem je společná zem, se kterou jsou spojeny „nuly“ napájecích napětí. Nejvhodnější je použít běžné nízkofrekvenční mikrofonní konektory a stíněnou dvoužilovou mikrofonní šňůru.

$C_4R_2$  jsou korekční členy,  $C_2$  se používá podle doporučení výrobce integrovaného obvodu.  $R_1$  a  $C_3$ , které jsou ve schématu označeny hvězdičkou, tvoří zpětnou vazbu a určují střídavé zesílení. Pro  $C_3 = 10 \mu F$  a  $R_1 = 1 k\Omega$  je zesílení  $A = 150$ . Jako reproduktory poslouží běžné dynamické typy o impedanci  $8 \Omega$ , o  $\varnothing$  např. 125 mm. Všechny elektrolytické kondenzátory jsou na 15 V.

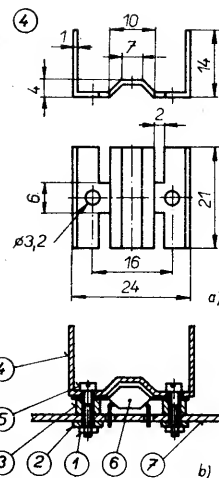
### Hlasitý konferenční telefon

Popisované zařízení je v podstatě vzájemně propojená síť abonentských stanic, označených ve schématu na obr. 14  $A_1$ ,  $A_2$  a  $A_3$ . Všechny stanice jsou z hlediska zapojení zcela totožné. Síť je napájena z jednoho místa tak, že jedna (libovolná) stanice má

připojen napájecí zdroj. Jeho zapojením pak se celá síť aktivuje. Jednotlivé stanice jsou mezi sebou propojeny dvoužilovým vedením.

Z hlediska funkce žádná ze stanic není nad druhou povýšena, takže všechny tři mají prakticky stejnou prioritu. Uvnitř stanice je dynamický reproduktor, zesilovač a na panelu dvě tlačítka. Použitý dynamický reproduktor o impedanci  $8 \Omega$  má dvě funkce. Jednak reprodukuje hovor z druhých dvou stanic, jednak pracuje jako dynamický mikrofon. Když stlačíme některé z tlačítek  $T_1$ , připojíme jej na vstup zesilovače. Tlačítka je vhodné použít typu Isostat. Žádná stanice nemá kromě obou tlačítek žádné jiné ovládací prvky. To bývá u hlasitých telefonů zvykem proto, aby nebylo možné stanici vypínat nebo nastavit regulátor hlasitosti tak, že protistanici nebude slyšet.

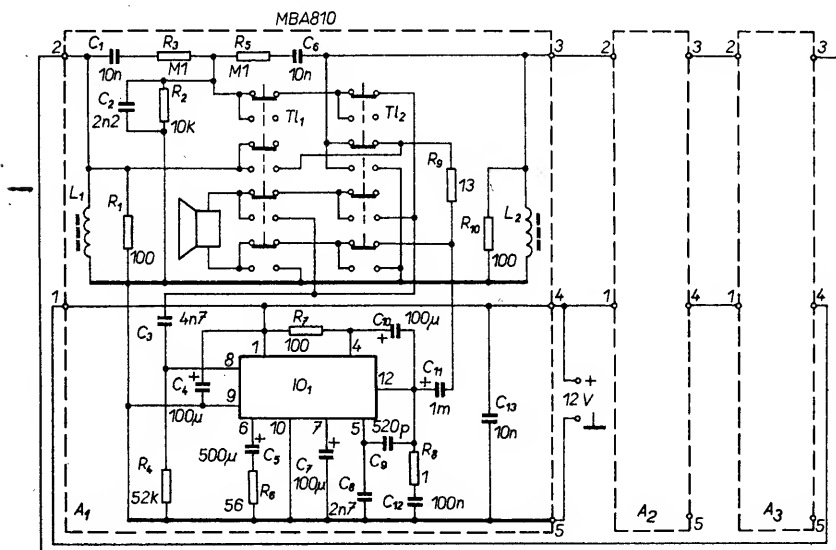
Každá stanice je neustále na příjmu. Tlačítko stiskneme, jen když chceme hovořit. Stiskneme-li v našem případě tlačítko  $T_1$ , tak hovoříme se stanicí  $A_2$ , stiskneme-li tlačítko  $T_2$ , tak mluvíme se stanicí  $A_3$ . Lze stlačit i dvě tlačítka současně, pak mluvíme k oběma dalším stanicím v síti. Teoreticky lze síť rozšířit i na větší počet stanic, pak bychom však při uspořádání obvodu podle obr. 14 mohli mluvit vždy jen se sousedními stanicemi.



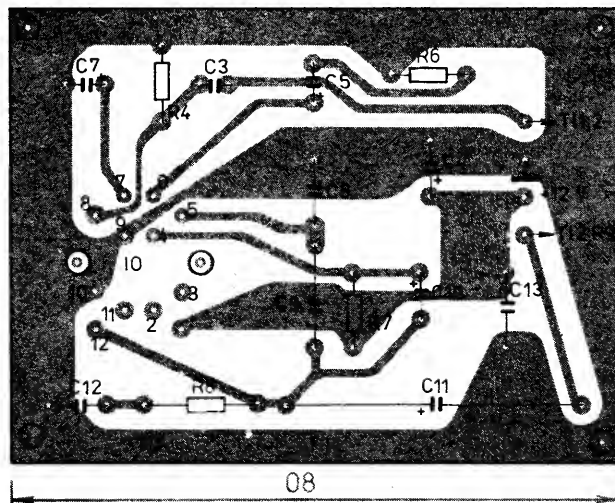
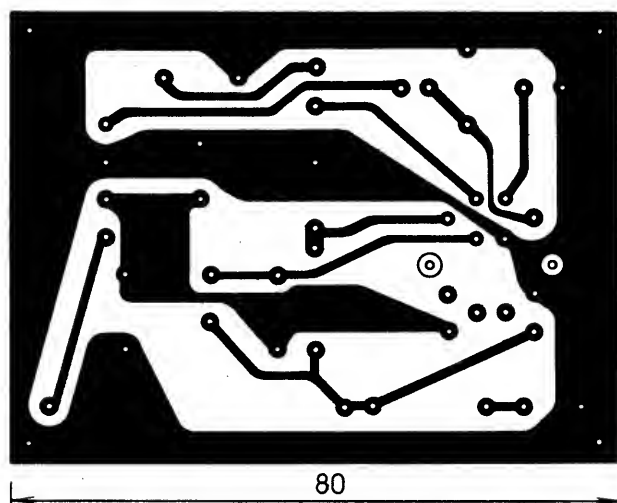
Obr. 15. Chladič pro MBA810

Základem každé stanice je nízkofrekvenční zesilovač MBA810 s vestavěnou tepelnou ochranou. Ta určitým způsobem chrání každou stanici před přetížením na straně zátěže nebo před zkraty na vedení. Vezmeme-li si katalog polovodičových součástek, zjistíme, že MBA810 je na našem schématu zapojen se všemi korekcemi přesně tak, jak to doporučuje výrobce. Tj. součástky  $R_4$ ,  $R_6$ ,  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $C_4$ ,  $C_5$  a  $C_7$  jsou katalogem určené korekční členy. Dodržení doporučených odporů rezistorů a kapacit kondenzátorů dává záruku stability zapojení, šířky přenášeného pásma od 50 Hz do 15 kHz a činitele zkreslení menšího než 2 %. Členy  $R_3C_1$  a  $R_5C_3$  určují velikost záporné zpětné vazby a celkové zesílení. Cívky  $L_1$  a  $L_2$  pracují jako oddělovací tzv. hovorové tlumivky, známé u běžných telefonních přístrojů.

Nejsou-li stlačena hovorová tlačítka, tak každá ze stanic odebírá ze společného napájecího zdroje klidový proud max. 20 mA. Jakmile začneme v některé stanici mluvit, odběr proudu se zvětší podle vybuzení zesilovače nízkofrekvenčním signálem až na asi 0,5 A. Tlumivky  $L_1$  a  $L_2$  jsou totožné. Můžeme použít již vzpomínané typy z telefonních aparátů. Pokud je budete muset zhotovit, použijte feritové jádro  $E10 \times 8$  mm nebo i větší. Cívka má asi 1400 závitů drátu o  $\varnothing 0,1$  mm CuL. Indukčnost tlumivky není v žádném případě pro činnost zesilovače kritická.



Obr. 14. Hlasitý konferenční telefon



Obr. 16. Deska s plošnými spoji pro zesilovač hlasitého telefonu z obr. 14 (deska Z 210)



na vás při neuposlechnutí i potrestat. Připojení dalšího přístroje nebo zvonku mnohdy v ústředně podle zatížení zejména vyzvánějícím proudem poznají. Zapojení běžného klasického telefonu je na obr. 19. Lze samozřejmě připojit několik telefonních přístrojů paralelně, lze i připojit k jedinému přístroji ještě paralelní zvonek. Neměli bychom to však nikdy z výše uvedených důvodů dělat sami – pokud však potřebujeme dva přístroje, tak o to požádáme telefonní správu a oni nám pronajmou další telefon. Totéž platí o paralelním zvuklu.

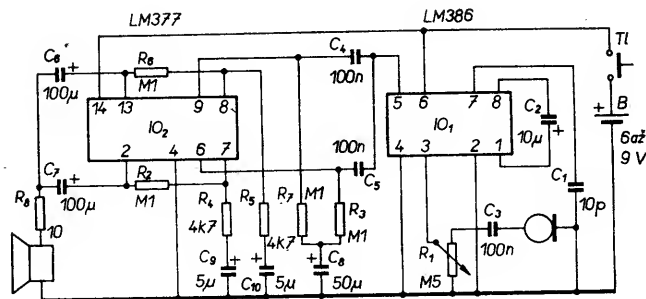
S ústřednou je každý telefon, jak plyne ze schématu, spojen dvojžilovou šňůrou. Pěkné je, že telefonáři poměrně důsledně dodržují barvy vodičů. V našem schématu jsou vždy místa konektorů označena písmeny, odpovídajícími barvám drátů, takže připojovací šňůra telefonu je bílá – hnědá. Tlačítko ZT v domácnosti nepoužíváme. Slouží většinou v podnicích a institucích ke zpětnému spojení s ústřednou nebo pro přepojení hovoru na jiného abonenta. Jak si tedy za daných tvrdých podmínek můžeme pořídit hlasitou reprodukci telefonních hovorů, když se na žádný drát nesmíme připojit?

Každý telefonní přístroj obsahuje tzv. hovorový transformátor, přes který jdou všechny nf signály. Pokud v blízkosti telefonního přístroje na vhodném místě umístíme cívku s otevřeným feritovým jádrem, tak se do ní budou hovorové proudy indukovat. Potíž je v tom, že každý typ telefonu má hovorový transformátor trochu jinak umístěný, takže místo pro indukční snímač musíme najít zkusmo.

Schéma zařízení k hlasité reprodukci je na obr. 20. Základem je indukční snímač L, což je cívka s jádrem z feritové tyčky o průměru 8 mm a délky 25 mm, na které je navinuto (v kostičce) asi 3000 závitů drátu o  $\varnothing$  0,1 mm CuL. Počet závitů není kritický, mnohdy vystačíme již s hotovou cívku ze starého relé, neboť ty mívají řádově stejný počet závitů. U některých telefonních přístrojů lze umístit snímač cívku tak, aby byla součástí desky, na které je aparát postaven. Cívka má průměr dolního obvodu telefonního přístroje a ten je do ní jaksi celý posazen. Postačí pouze dolním okrajem asi 20 mm hluboko, aby se vyloučil vliv kovového dna telefonního přístroje.

Cívka L, která snímá telefonní hovory, je připojena přes vazební kondenzátor  $C_1$  na první stupeň zesilovače, který je tvořen tranzistorem  $T_1$ . Přístroj se může zapínat (stejně jako např. rádio) spínačem, který je spřažen s potenciometrem  $R_4$ , který slouží k nastavení hlasitosti reprodukce. Následuje integrovaný nf zesilovač MBA810, který vlastně určuje vlastnosti koncového stupně celého zařízení. Zapojení jeho korekčních členů je doporučeno výrobcem. Protože zesilovač má výstupní výkon až 5 W a vnitřní ochranu proti přetížení, můžeme si

Obr. 21. Megafon



dovolit připojit libovolný reproduktor (4, 8 nebo 16  $\Omega$ ).

Je si třeba uvědomit, že pokud je zesilovač s reproduktorem ve stejné místnosti jako telefonní aparát, může vznikat kladná akustická zpětná vazba přes mikrofon telefonu. To se projeví nepřijemným rozhováním celého zařízení. Tomu lze zabránit jen vhodným umístěním v místnosti tak, aby reproduktor nebyl nikdy směřován na telefonní přístroj, jehož signál se zesiluje.

### Elektrický megafon

Víme, že promluvit k většímu davu lidí je z hlediska hlasového namáhání dost obtížné. Kdysi se používaly hlásné trouby, což je v podstatě na konci rozšířená trubice. Ta už svým způsobem umocňuje hlasový projev. Je to dáno tím, že se zvukové vlny usměřují jedním, potřebným směrem. Elektrický megafon je též jakási hlásná trouba, jejíž účinek je umocněn elektronikou. Obsahuje mikrofon, zesilovač, napájecí baterie a reproduktor.

Požadavky na jednotlivé díly vlastně plynou z funkce a účelu použití. Nároky na kvalitu nf přenosu jsou zanedbatelné. Když to vyjádřím lapidárně – postačí, když bude hlasovému projevu rozumět. Tedy žádné Hi-Fi, žádné požadavky na přenosové kmitočtové pásmo a nelineární zkreslení. K přenosu řeči v tomto případě bohatě vyhovuje přenosové pásmo od 100 Hz do 1 kHz. Požaduje se však co nejmenší váha, neboť přístroj uživatel drží obvykle neustále v ruce. Z toho plyne nutnost jednoduché, technicky triviální konstrukce. Samozřejmým parametrem kvality je i co největší akustický výkon. Zároveň musíme volit i vhodný kompromis pro napájecí baterie. Napájecí napětí je limitováno impedancí reproduktoru (ze „spodní“ strany), při větším napětí vyžadují použité baterie větší prostor a přístroj přibývá na váze.

V uváděné konstrukci megafonu podle schématu na obr. 21 jsou použity dva integrované obvody (IO<sub>1</sub> a IO<sub>2</sub>). Předzesilovač je tvořen integrovaným zesilovačem mezifrekvenčního signálu (typ LM386). Ten se spokojí i s relativně malým napájecím napětím. Druhým integrovaným obvodem, IO<sub>2</sub>, je LM377, což je dvojitý zesilovač nízkofrekvenčního signálu s výstupním výkonem 2 × 2 W.

Nyní popis funkce. Mluvíme do mikrofonní vložky M. Nutný je krystalový typ, neboť zapojení vyžaduje rozkmit výstupního signálu mikrofonu okolo 200 mV. Signál z mikrofonu jde přes vazební kondenzátor  $C_3$  na potenciometr  $P_1$ . Potenciometrem řídíme hlasitost celého zařízení. Běžec potenciometru je připojen na neinverující vstup 3 zesilovače IO<sub>1</sub>. Druhý, inverující vstup 2 je uzemněn. Zesílení tohoto předzesilujícího stupně se nastavuje jako pevné kondenzátorem mezi vývody 1 a 8. V našem případě kapacita kondenzátoru  $C_2$  (10  $\mu$ F) zabezpečuje zesílení  $A = 200$ . Výstup z IO<sub>1</sub> ze svorky 5 je veden přes vazební kondenzátory  $C_4$  a  $C_5$  na dva vstupy 6 a 9 dvojitého nf zesilovače IO<sub>2</sub>. Jsou použity oba jeho kanály, které jsou identické. Oba vstupy, ale i oba výstupy 2 a 13 jsou spojeny přes vazební kondenzátory paralelně. Zesílení koncového stupně je v podstatě určeno zápornou zpětnou vazbou, která je u každé části zavedena zvlášť. Tvoří ji v jedné větvi  $R_2$ ,  $R_4$  a  $C_9$ , v druhé části  $R_5$ ,  $R_6$  a  $C_{10}$ .

Na výstupy je připojen přes malý omezovací rezistor  $R_8$  běžný reproduktor s impedancí 8  $\Omega$ . Obvykle postačí průměr 125 mm. Napájecí napětí může být nestabilizované v mezích 6 až 9 V (z baterií nebo akumulátorů NiCd). Odběr proudu je dán nf výkonem a je různý podle vybuzení koncového stupně celého zesilovače. Za funkčně nejvhodnější se považuje zapínání pouze tlačítkem, které umístíme v rukojeti megafonu (jako spoušť pistole).

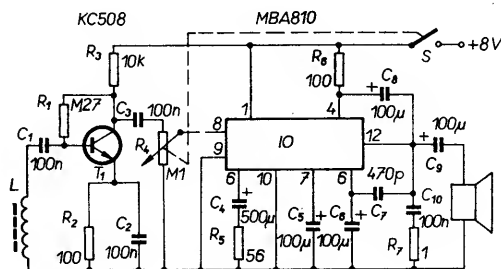
### Akustický indikátor světla

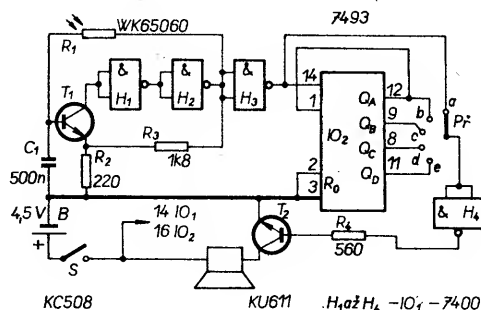
Z funkčního hlediska je přístroj vlastně obrácenou, jaksi naruby pracující barevnou hudbou. Mění-li se intenzita dopadajícího světla, tak se mění v rytmu této změny tón v reproduktoru. Přístroj pracuje tak, že za tmy generátor vydává velmi vysoký tón. Jakmile na fototranzistor  $R_1$  začne dopadat světlo, tón v reproduktoru se přímo úměrně s osvětlením snižuje.

K čemu takovýto přístroj slouží? Je vhodnou pomůckou pro nevidomé, kterým umožňuje alespoň částečnou orientaci směrem k největší intenzitě osvětlení. Lze jej použít i pro střežení objektů, kdy zastínění světelného zdroje např. přicházející osobou můžeme indikovat dálkově. Používá se i jako doplněk iluzionistických produkcí. V zásadě může sloužit i jako měřič intenzity světla pro případy, kdy potřebujeme intenzitu vyjádřit číselným signálem. Přístroj je vlastně převodníkem intenzity světla na kmitočet s charakteristicky danou převodní charakteristikou použitého fotorezistoru.

Činnost přístroje si popíšeme podle schématu na obr. 22. Základem je stále kmitající

Obr. 20. Připojení snímače telefonních hovorů





Obr. 22. Akustický indikátor světla

### Jednoduchý zvonek se senzorovým tlačítkem

generátor pravoúhlých impulsů, tvořený dvěma hradly  $H_1$  a  $H_2$  (TTL NAND) spolu s tranzistorem  $T_1$ . Základní kmitočet generovaných impulsů určuje časová konstanta  $C_1 R_1$ . Fotorezistor má za tmy odpor větší než 1 MΩ.

Úměrně s dopadajícím světlem se jeho odpor zmenšuje až na velikost řádu stovek ohmů. Tím se zmenšuje i časová konstanta  $C_1 R_1$  a zároveň i kmitočet. Následuje pouze oddělovací hradlo  $H_3$ , které je zapojeno jako negátor (invertor). Na jeho výstupu se signál rozděluje do dvou větví. Buď jde přímo na segment  $a$  přepínače  $Pf$ , nebo do vstupu 14 dekadického čítače 7493. Čítač v tomto zapojení slouží jako dělič kmitočtu, což umožňuje volit přepínačem  $Pf$  správný tón a měnit podle intenzity světla rozsahy přístroje. Proto jdou výstupy  $Q_A$  až  $Q_D$  na segmenty přepínače  $Pf$  a jím se podle přepnutí volí takový kmitočet výstupního signálu, aby byl vždy ve slyšitelném pásmu. Jak plyne ze schématu, je v poloze  $a$  čítač prakticky vyřazen a signál z generátoru jde přímo na hradlo  $H_4$  a přes koncový tranzistor  $T_2$  na reproduktor. V poloze  $b$  jde do reproduktoru signál polovičního kmitočtu, v poloze  $c$  se kmitočet dělí čtyřmi, v poloze  $d$  osmi a v poslední poloze  $e$  šestnácti. Čítač tedy dělí na výstupu  $Q_A$  až  $Q_D$  postupně 1:2, 1:4, 1:8, 1:16.

Na výstupu je přes výkonový tranzistor  $T_2$  připojen reproduktor 4 nebo 8 Ω. Lze použít i běžné telefonní sluchátko s malou impedancí, pokud se spokojíme s malou hlasitostí a špatnou reprodukcí při přebuzení silným signálem. Přístroj nemá žádný regulátor hlasitosti. Pokud potřebujeme úroveň výstupního signálu zeslabit, přidáme do série s reproduktorem rezistor s odporem od 10 do 100 Ω. Odběr proudu ze zdroje, kterým jsou tři tužkové články, je dán převážně odběrem koncového stupně, tedy velikostí kolektorové zátěže tranzistoru  $T_2$  a jeho vybuzením nř signálem. Odběr proudu ostatních obvodů je řádu jednotek mA.

Na obr. 23 je schéma jednoduchého signálního obvodu, který se ovládá senzorovým

tlačítkem. Možná, že název „zvonek“ je pro toto zapojení trochu přehnaný. Jde vlastně o jednoduchý generátor jednoho akustického tónu v základním, klasickém provedení. Je použit jediný integrovaný obvod MHB4011, což je v provedení CMOS 4× dvou vstupové hradlo NAND. Hradla  $H_1$  a  $H_2$  jsou zapojena jako multivibrátor,  $H_3$  a  $H_4$  spojené paralelně jako invertor a oddělovací stupeň dohromady. V režimu „čekání“ je na vstup přes rezistor  $R_1$  přivedena úroveň log. 0. Proto je multivibrátor zablokovaný. Odběr proudu zařízení v tomto „čekacím“ režimu se pohybuje kolem 1 μA. To je odběr tak malý, že zvonek nepotřebuje žádný spínač, protože pro běžnou burelovou baterii tento odběr nepředstavuje žádnou zátěž. Samotná baterie se vnitřními chemickými pochody totiž vybijí mnohem rychleji, než když napájí popisované zařízení.

Přítlačíme-li prstem na senzorové tlačítko, uzavře se přes  $R_2$  a  $R_3$  okruh zpětné vazby a multivibrátor začíná generovat kmity. Kmitočet je určen zejména kapacitou kondenzátoru  $C_1$  a jeho změnou jej také můžeme upravit. Multivibrátor pracuje jen po tu dobu, po níž držíme prst na senzorovém tlačítku. Senzorové tlačítko obvykle musíme zhotovit sami, např. z desky s fólií Cu pro plošné spoje tak, že mezi dvěma pruhy fólie vyleptáme mezeru 1 až 2 mm. Lépe vypadá mezikružní: vnitřní kruh o Ø 8 mm, mezikružní odleptáme na Ø 10 mm. Měděný „polep“ však obvykle rychle oxiduje, proto v amatérských podmínkách je nejhodnější jej pocínovat nebo chemicky nanést kovovou vrstvu, která neoxiduje, ale vhodné je i stříbro (elektrolytickým způsobem, při němž elektrolytem je stříbro obsahující vývojka).

Senzorové tlačítko se hodí pouze do suchého prostředí. Tlačítko pracuje pouze s odporem našeho prstu, kterým obě vodivé plochy senzorového tlačítka spojujeme.

Tento odpor je samozřejmě individuálně rozdílný (řádu megaohmů), je-li při suché pokožce příliš velký, prst lze naslinit či jinak zvlhčit. Protože se prstem dotýkáme živých částí zařízení, je nutné podle toho konstruovat napájecí zdroj! Musí být vždy bezpečný a o malém napětí.

Pro napájení použijeme nejlépe destičkovou devítivoltovou baterii. Zařízení je schopno provozu v rozsahu napájecího napětí 6 až 15 V, přičemž změnou napájecího napětí se mění kmitočet výstupních impulsů. K napájení lze použít i zvukový transformátor s usměrňovačem. Vyhlažovat usměrněné napětí je nutné jen tehdy, když by vadil síťový brum. Nicméně při malém odebraném proudu stačí filtrační kondenzátor menší kapacity i při jednocestném usměrnění.

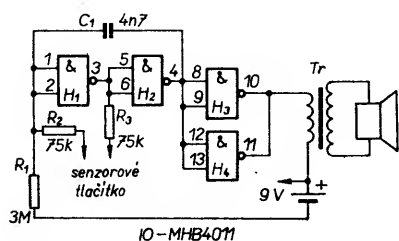
Abychom pro koncový stupeň nemuseli použít tranzistor, tak jsou obě invertující hradla  $H_3$  a  $H_4$  zdvojena a na jejich výstupy je připojen běžný převodní transformátor a malý reproduktor z libovolného malého tranzistorového přijímače.

### Senzorem spínaný zvonek s melodií

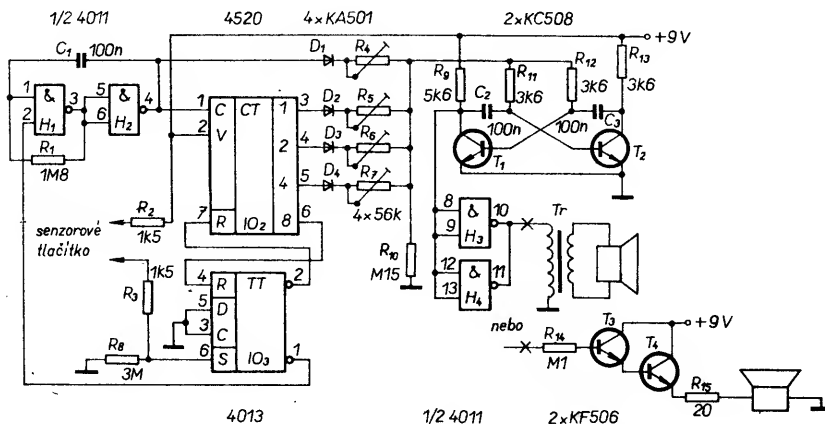
Tento jednoduchý generátor zvukových kmitočtů je jen složitější verzí předchozího, senzorově spínaného generátoru. Má s ním společné výhody: velmi malý odběr proudu z baterie, není třeba klasické kontaktní tlačítko. Přístroj spínáme přiložením prstu na mezeru mezi dvěma polepy, kovovými deskami apod. Ušetříme i spínač, zařízení necháváme trvale zapnuté.

Zvonek umí v taktu přehrát kombinace čtyř tónů. Činnost si popíšeme podle schématu na obr. 24. Zařízení se skládá z generátoru taktovacích impulsů (složeného z hradel  $H_1$  a  $H_2$ ), čítače impulsů tvořeného  $IO_2$ , klopného obvodu  $IO_3$  a multivibrátoru s tranzistorem  $T_1$  a  $T_2$ . Koncový stupeň tvoří dvě hradla  $H_3$  a  $H_4$  s malým reproduktorem s velkou impedancí nebo s převodním transformátorem z běžného malého tranzistorového přijímače. Není-li mezi rezistory  $R_2$  a  $R_3$  žádný odpor, je svorka 6  $IO_3$  přes  $R_3$  uzemněna a zařízení je v nulové základní poloze. Ze zdroje odebírá proud asi 3 mikroampéry.

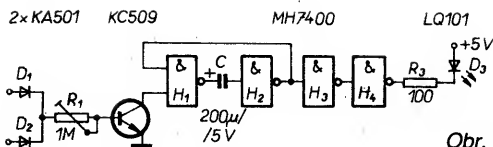
Při spojení kontaktů senzorového tlačítka, tj. konců rezistorů  $R_2$  a  $R_3$ , se připojí úroveň log. 1 na vstup 6 klopného obvodu  $IO_3$ . Klopný obvod se přepne a začne pracovat generátor taktovacích impulsů (log. 1 z výstupu 1  $IO_3$  na vstup 2 hradla  $H_2$ ). Zároveň se odblokuje činnost čítače  $IO_2$  a na jeho výstupu 3 až 5 se postupně začínají objevovat kombinace úrovní log. 1. Ty přes



Obr. 23. Signální zvonek se senzorovým tlačítkem



Obr. 24. Senzorem spínaný zvonek s melodií



Obr. 25. Indikátor modulačních špiček pro stereofonní zesilovač

diody  $D_1$  až  $D_4$  a čtyři nastavovací rezistory spouští multivibrátor. Zvonek vzhledem ke své jednoduchosti umí zahrát jen kombinace čtyř tónů do počtu osm. Jakmile se objeví log. 1 na výstupu 6 čítače  $IO_2$ , překlápí se klopný obvod  $IO_3$  zpět do základního číacího režimu a čítač začne čítat znovu, ale jen v tom případě, že je znovu stisknuto senzorové tlačítko. Zvonek naladíme tak, že rozpojíme hradla  $H_1$  a  $H_2$  a na vstupy 5, 6 hradla  $H_2$  přivádíme kombinace log. 0 a log. 1. Máme-li zároveň odblokován čítač  $IO_2$ , můžeme postupně naladit pomocí změn odporu odporových trimrů  $R_4$  až  $R_7$  všech osm tónů. Všechny použité IO jsou typu CMOS:  $IO_1$  je dvouvstupové hradlo NAND MHB4011,  $IO_2$  binární čítač 4520, CD4520A (RCA) nebo MC14520 (Motorola) apod.,  $IO_3$  je klopný obvod D, např. CD4013 (RCA).

### Indikátor modulačních špiček

Indikátor modulačních špiček je přístroj, který můžeme přidat prakticky ke každému výkonovému zesilovači. Připojíme jej v místě, kde se připojují sluchátka, nebo přímo k výstupu. Uplatní se nejen u zesilovačů, směšovačích pulzů, ale i u magnetofonů. Indikuje přebuzení zesilovače a tím i odpovídající zkreslení.

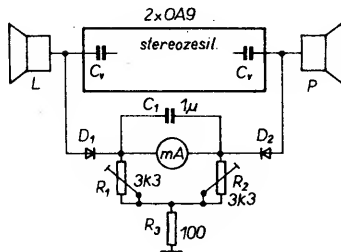
Zapojení je inspirováno způsobem, jakým se indikují impulsy v logických zkoušecích sondách. Na vstupu (obr. 25) je prahový indikátor (klopný obvod R-S), který propustí impulsy až do určité, nastavitelné napěťové úrovně. Pak následuje monostabilní klopný obvod, který se prošílými impulsy startuje, takže na výstupu můžeme pozorovat okamžiky, kdy se monostabilní obvod překlápí třeba jen náhodnými špičkami. V takovém případě indikační dioda LED občas „pomrkává“. Je-li vstup trvale přetížen silným signálem, začne svítit trvale.

Na vstupu jsou dvě diody  $D_1$  a  $D_2$ , které zaručují vzájemné oddělení levého a pravého kanálu zesilovače. Pokud je to nutné, můžeme k nim připojit do série i vazební kondenzátory. Indikovanou modulační úroveň (výstupní výkon) nastavíme trimrem  $R_1$ . Nepoužité vstupy hradel  $H_3$  a  $H_4$  integrovaného obvodu MH7400 spojíme s kladným napájecím napětím. Celek je připájen do napájecích přívodů integrovaného obvodu (napětí +5 V).

Zapojení je souměrné, takže indikujeme vlastně stejnou napěťovou úroveň obou kanálů. Pokud bychom chtěli hlídat každý kanál zvlášť, je nutné zařízení zdvojit.

### Indikátor nastavení stereofonní váhy nízkofrekvenčního zesilovače

Víme, že mnohé typy výkonových nízkofrekvenčních zesilovačů jsou vybavovány nejrůznějšími kontrolními, indikačními, nastavovacími, případně i měřicími doplňky. Přidávne zařízení podle schématu na obr. 26 ukazuje činnost zesilovače: stupeň pro modulování jednotlivých kanálů a správné nastavení stereofonní váhy. Může být v zesilovači řádně vestavěno, někdy bude výhodnější zhotovit je jako přenosné zařízení.



Obr. 26. Indikátor nastavení stereofonního vyvážení (stereo váhy)

Z mechanického hlediska přístroj vypadá jako dotyková kontrolní sonda, která může sloužit i jako praktická pomůcka při uvádění zesilovače do provozu a všech případných opravách.

Stereofonní váhu (balanci) lze nastavovat jen tehdy, je-li levý i pravý signál na vstupech zesilovače totožný jak co do kmitočtu, tak do úrovně napětí. Činnost přístroje je jednoduchá a zřejmá ze schématu (obr. 26). Nepotřebujeme žádné vnější napájení. K zesilovači přístroj připojíme třemi vodiči. Vstupy L a P připojíme na levý a pravý výkonový výstup stereo zesilovače, jehož činnost kontrolujeme. Třetím vodičem je nutné propojit zemní svorky. Základem je ručkové měřidlo (mikroampérmetr) s citlivostí 100  $\mu A$  a nulou uprostřed. Každý kanál má svůj detektor signálu se společným kondenzátorem C. Ten ovšem nemůže být vzhledem k měnící se polaritě elektrolytický. Nastavením trimrů  $R_1$  a  $R_2$  pak určíme jak citlivost zařízení, tak vyrovnáme případné rozdíly předního napětí použitých diod  $D_1$  a  $D_2$ .

Když se zamyslíme nad možnostmi takového přístroje, vidíme, že s ním lze orientačním způsobem kontrolovat na zesilovači vlastně kde co. Jestliže např. máme na jednom vstupu signál o neměnném kmitočtu a na druhý vstup připojíme tónový generátor, tak si můžeme jednoduchým způsobem na mikroampérmetru zkontrolovat kmitočtovou charakteristiku apod.

### Elektrické modely železnic

Elektrický vláček bývá snem kluků od nejútlejšího mládí až po důchodový věk. Malá železnice se dnes stala klasickou hračkou pro děti i dospělé. Bylo by nesmyslem ji blíže představovat, každý ji alespoň viděl, mnozí z nás ji máme doma: kolejiště, napájecí zdroj a vláček uhánějící po kolejích.

Existují v podstatě dva druhy zájemců o modelovou železnici: děti a ti, co mají vláček opravdu jen jako hračku, a dále pak modeláři, kteří mají železniční modelářství jako koníčka. Mezi oběma druhy zájemců jsou samozřejmě i „fanatici“, a sběratelé, kteří vláčky povýšili na životní vášně. Jak se ve světě zvětšuje zájem o hračky tohoto druhu, vznikla celá řada firem, které nevyrábějí nic jiného, než modely železnic. Modelové vlaky se vyrábějí v poměrně velkých sériích a do jisté míry se jejich výroba celosvětově standardizovala. To znamená, že pokud si koupíte vláček v některé typové

velikosti, můžete na kolejišti zakoupeném v Československu jezdit s lokomotivou, kterou vám přivezl strýček ze zájezdu třeba do Japonska.

Nejznámější a poměrně vyčerpávající přehled typových velikostí udává následující tabulka:

| písmenné označení | měřítka velikosti | rozchod koleji [mm] |
|-------------------|-------------------|---------------------|
| Z                 | 1:220             | 6,5                 |
| N                 | 1:160             | 9                   |
| TT                | 1:120             | 12                  |
| HO                | 1:87              | 16,5                |
| 00                | 1:76              | 16,5                |
| S                 | 1:64              | 22,5                |
| O                 | 1:45              | 32                  |
| I                 | 1:32              | 45                  |
| III (G)           | 1:22,5            | 45                  |

V našich obchodech se dříve dostaly běžné pouze výrobky dvou specializovaných firem z NDR: PIKO a Berliner Bahnen, které vyrábějí pouze tři typové velikosti a to N, HO a TT. Nyní se situace lepší, soukromníci ve specializovaných prodejnách už mají větší sortiment. Jen pouze pro úplnost – víte, co je měřítko velikosti? Určuje se jím poměr velikosti modelu ke skutečné velikosti předmětu. Tedy má-li třeba železnice typu N měřítko velikosti 1:160, znamená to, že to, co ve skutečné velikosti měří třeba 1,6 m, je na modelu stošedesátkrát menší, tedy 1 cm. Má-li třeba skutečný železniční vagón šířku 2,4 m, má zmenšený vagóník s písmenným označením N šířku 15 mm. To ve svém důsledku znamená, že vše, co si na model kolejiště postavíme, by mělo být proti skutečnosti zmenšeno v tomto poměru.

Proč se vyrábí tolik různých velikostí modelů? Předpokládá se, že si každý, kdo si začne pořizovat kolejiště, zvolí pro sebe vhodný rozměr podle toho, kolik má nebo chce pro vláčky vyhradit místa. Proč je otázka místa tak důležitá? Dávno totiž neplatí, s vlakem si pojezdíte a šup s ním zpět do krabice. Největší železnice, jinak též zvaná zahradní (v naší tabulce označená III (G)) je určena těm, kdo si kolejiště postaví venku za domem na zahradě. Naopak v panelovém domě se dostatek místa hledá špatně. Já mám kolejiště o velikosti 1500 x 800 mm v „šuplíku“ pod valem a zvolil jsem velikost HO. Vhodné místo lze najít i ve velmi malém bytě, třeba pod skříní a kolejiště na desce vysouvat, nebo se skříně vyklápat. Lze využít i desky pod jídelním stolem a při pouštění modelů stůl prostě překlápět. Možná, že při troše fantazie a hledání najdete i jiné podobné prostory. Pro velmi malé prostory se vyrábí velikost Z. Malé kolejiště v tomto měřítku lze umístit např. i do kufříkové tašky. Pro modelovou železnici tohoto rozměru se najde místo vždy.

Specializované firmy pro modeláře ovšem vyrábějí a nabízejí zájemcům o modely železnic nejen lokomotivy a vagóny, ale i nejdůležitější příslušenství. Kromě kolejí, výhybek apod. i ostatní nutné i méně potřebné doplňky. Jsou to zejména semaforek, závoř, značky, domečky, celá nádraží, tunely, umělé krajiny se stromy i trávou, lokomotivní depa a točny. Samozřejmě jsou i napájecí zdroje a příslušenství k nim. Nabídkové ka-



talogy těchto firem bývají tlusté jak telefonní seznam.

Je celkem přirozené, že do železničního modelářství začíná pronikat i elektronika. Existují lokomotivy, které mají uvnitř i integrované obvody. Firma Märklin nabízí model parní lokomotivy se speciálním integrovaným obvodem, který vytváří ve spojení s malým reproduktorem zvuk jedoucího vlaku, který má samozřejmě rytmus rychlosti jízdy lokomotivy, včetně správného zahoukání v určitých časových intervalech. To, že se z komína této lokomotivy ještě kouří, to už s elektronikou nesouvisí, to zajišťuje speciální pásek obsahující chemikálii, která se zapálí proudem napájecím kolejiště a lokomotiva téměř opravdově dýmá.

Lze koupit i mikroprocesorovou jednotku s programovaným řízením celého kolejiště a celou řadu podobných specialit.

Modelářům, kteří mají vlastní zkušenosti, radit asi nemohu, ale pro ty, co si chtějí vlčky teprve pořídit, stručně: Nejprve si rozvažte, jaký prostor pro kolejiště budete mít k dispozici. Pak navštivte nějaký obchodní dům nebo prodejnu Modeláře. Tam nemusíte koupit vše najednou. Kolejiště si postavte nejprve jednoduché v základním oválu, postupně jej můžete rozšiřovat. Domky, tunely, výhybky (jak mechanické, tak elektrické), vagonky i lokomotivy můžete kupovat i jednotlivě. Ale co hlavně, hned na začátku musíte udělat to nejzávažnější rozhodnutí. Zvolit pro prostor, který máte k dispozici, vhodnou velikost měřítka a toho se pak celou vaší „železniční kariéru“ držet. Kombinovat různé velikosti modelů železnic jde velmi těžko a navíc obvykle jde o vyhozené peníze.

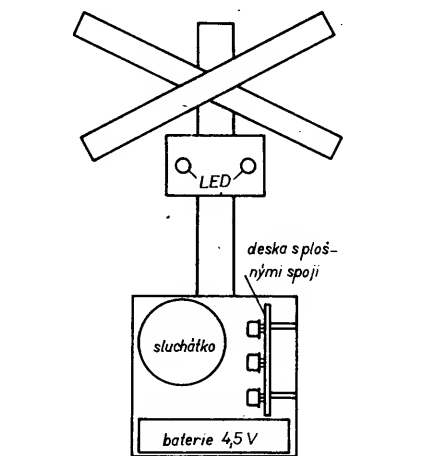
V této souvislosti bych chtěl upozornit, že stále existuje řada věcí, které koupit nelze nebo na ně prostě nemáme peníze. Pak nezbývá, než si je prostě dodělat. Protože o dobré nápady je vždy nouze, přidávám několik takových, které se budou mnohým modelářům jistě hodit.

## Elektronická signální značka pro železniční přejezd

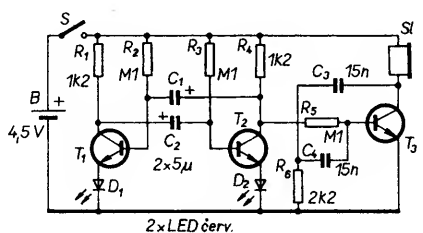
Jde v podstatě o elektronické zařízení, které je určeno zejména pro modely kolejišť elektrických vláčků. Jak víte, nechráněný přejezd má (v některých případech, když jde o automatické závory, i chráněný) přídavný světelný semafor se zvukovou indikací. Zde jsou dvě, střídavě se rozsvěčující červená světla a zároveň se i přerušované ozývají výstražný tón (obr. 27).

Elektronické schéma takovéhoho zařízení je na obr. 28. Jde o astabilní multivibrátor, tvořený tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ , který má kmitočet změny stavu asi 1/3 sekundy. Každý z tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$  má v emitoru zapojenu červenou světlovou diodu LED. Obě diody tvoří potřebná výstražná světla a s kmitočtem, daným překlápěním obou tranzistorů, se střídavě zhasínají a rozsvěčují právě tak, jak se to děje ve skutečnosti na reálném přejezdu.

Když vede jeden tranzistor, např.  $T_1$ , protéká jím proud a proto svítí i příslušná dioda  $D_1$ . Na kolektoru tohoto tranzistoru je jen malé, saturační napětí. Proto se nabíjí kondenzátor  $C_1$  přes  $R_2$ . Jakmile se tento kon-



Obr. 27. Elektronická signální značka pro silniční přejezd



Obr. 28. Elektrické zapojení značky

denzátor nabije, otevře se tranzistor  $T_2$  a rozsvítí se dioda  $D_2$ . Po otevření tranzistoru  $T_2$  se zmenší napětí na kolektoru  $T_2$  a přes kondenzátor  $C_2$  se stejně zmenší a napětí na bázi  $T_1$ . Tím se tranzistor  $T_1$  současně uzavře, přestane jím protékat proud a dioda  $D_1$  přestane svítit. Tento stav trvá do doby, než se nabije  $C_2$  přes rezistor  $R_3$ . Pak opět přestane svítit  $D_2$  a rozsvítí se  $D_1$ . Perioda střídání závisí na časových konstantách  $C_1R_2$  a  $C_2R_3$ , které určují kmitočet multivibrátoru.

Chceme-li interval prodloužit, obvykle se zvětšuje odpor rezistorů, naopak, potřebujeme-li jej zkrátit, aby semafor blikal rychleji, odpory rezistorů článků  $RC$  úměrně zmenšíme. Je nutno ještě upozornit na skutečnost, že zařízení sice nepotřebuje stabilizované napájecí napětí a pracuje v širokém rozsahu napětí baterie  $B$ , ale kmitočet překlápění multivibrátoru značně závisí na napájecím napětí.

Akustický signál vytváří zvukový signální generátor, tvořený běžným telefonním sluchátkem a jediným tranzistorem  $T_3$ . Jeho činnost se blokuje a naopak spouští napětím z kolektoru tranzistoru  $T_3$  přes rezistor  $R_5$ . Pokud chceme upravit výšku tónu signálu, musíme změnit odpor rezistoru  $R_6$ , případně kapacity kondenzátorů  $C_3$  a  $C_4$ .

Mechanické provedení je znázorněno na prvním obrázku (obr. 27): Sluchátko s baterií a desku s plošnými spoji umístíme do stojá-

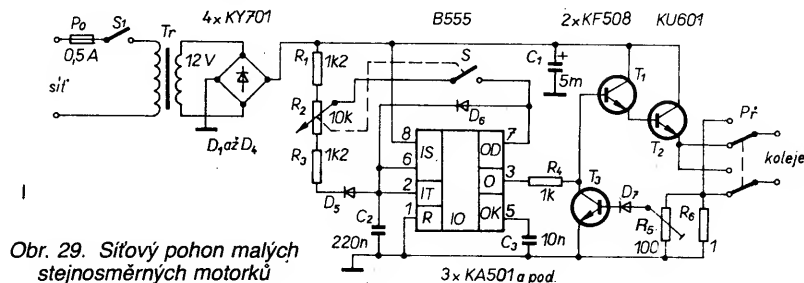
nu značky, obě diody do skříňky pod kříž tak, jak je to i ve skutečnosti. U automaticky pracujících kolejišť bude jistě zajímavé spouštět akustické i světelné signály také automaticky. Pak místo spínače  $S$  použijeme relé a k napájení ovládacího napětí pro výhybky, které jednocestně usměrníme a vyfiltrujeme kondenzátorem 1000  $\mu F$ .

## Síťový pohon malých stejnosměrných motorků

Typické použití pro popisovaný napájecí zdroj je napájení kolejiště elektrických vláčků. Běžná modelová železnice rozměrů TT nebo HO používá lokomotivy, které potřebují napájecí napětí +12 V, odběr proudu je 0,6 až 0,8 A. Obvyklým požadavkem je nutnost regulovat napětí, aby bylo možno měnit rychlost pojezdu lokomotivy. Nutná je bezpečnost z hlediska úrazu elektrickým proudem a zkratuvzdornost zdroje. Odolnost proti zkratu je velmi důležitá, ke zkratům v kolejišti dochází poměrně často, obvykle tím, že na kolejiích zapomeneme nějaký malý předmět, vykolejí pak vlak apod. Kromě vlastního poškození zdroje, tj. přepálení usměrňovacích diod nebo výkonového tranzistoru, přehřátí transformátoru apod. bývá velkým nebezpečím i možnost vzniku požáru. Pokud by napájecí zdroj byl schopen dát do zkratu velký proud, může se předmět, který zkrat způsobil, rozpálit až do červeného žáru a způsobit požár nebo úraz popálením.

Popisovaný napájecí zdroj vyhovuje všem požadavkům. Bezpečnost napáječe z hlediska úrazu elektrickým proudem musí zajistit bezpečným provedením napájecího částí podle ČSN. Transformátor  $Tr$  měl mít kromě převodu 220 V/9 V (případně až 220 V/12 V), 30 W především elektrickou pevnost ověřenou na 2500 V.

Zvláštností popisovaného zdroje je, že regulace rychlosti otáčení motorků – tedy rychlosti lokomotivy – se nedosahuje změnou výstupního napětí. Na výstupu zdroje jsou impulsy o stálém konstantním napětí a regulace spočívá ve změně jejich kmitočtu. Funkci pochopíme snadno podle schématu na obr. 29. Střídavé napětí ze síťového transformátoru  $Tr$  se usměrní čtyřmi diodami  $D_1$  až  $D_4$ . Následuje filtrační kondenzátor  $C_1$ . Integrovaný obvod B555 je zapojen v typickém uspořádání, doporučeném výrobcem jako zdroj impulsů. Kmitočet výstupních impulsů, které odebíráme na svorce 3 integrovaného obvodu, je určen kapacitou kondenzátoru  $C_2$  a odporem rezistorů  $R_1$  až  $R_3$ . Změnou, tj. otáčením potenciometru  $R_2$  dosáhneme změny kmitočtu výstupních impulsů v rozsahu 10 až 20 Hz. Impulsní napájení zaručuje dostatečný výkon motorků zejména při menších rychlostech lokomotivy. To je výhodné především proto, že při klasickém zdroji, regulujícím rychlost otáčení zmenšováním napětí, pomalu jedoucí lokomotiva např. zastavuje na výhybkách apod. Poten-



Obr. 29. Síťový pohon malých stejnosměrných motorků

ciometr  $R_2$  má spínač a stejně jako u potenciometru pracujícího v rozhlasovém přijímači, tak i zde při jeho vytočení zcela doleva potenciometr „zavakne“ a na výstupu zdroje pak není žádné napětí.

Tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  tvoří nutný výkonový člen. Tranzistor  $T_2$  musíme umístit na chladič o ploše min. 400 cm<sup>2</sup>. Zkratuvzdornost zdroje zaručuje obvod tranzistoru  $T_3$ . Na rezistoru  $R_6$  se vytváří úbytek napětí větší než 1,2 až 1,4 V, začne se otevírat tranzistor  $T_3$ . Otevřený tranzistor  $T_3$  pak zablokuje přes rezistor  $R_4$  výstup 3 integrovaného obvodu. Trimrem  $R_5$  lze proudové omezení výstupních impulsů nastavit plynule.

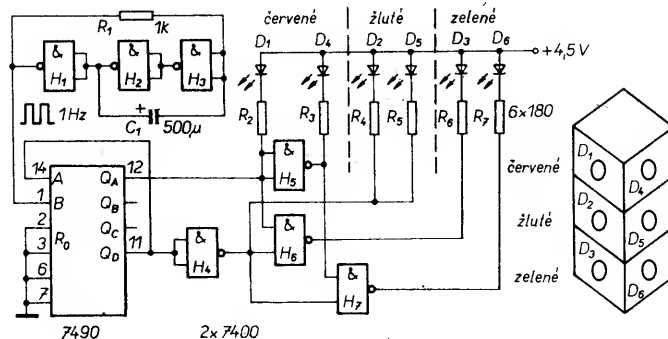
Na výstupu zdroje je ještě přepínač P, kterým se mění polarita výstupních impulsů – jeho přepnutím se mění směr jízdy lokomotivy „vpřed“ na „vzad“.

### Silniční semafor

Zařízení je určeno pro modeláře. Umožňuje získat miniaturní provedení silničního semaforu, takového, jaký je běžný na každé křižovatce s tím, že svítící prvky jsou barevné svítivé diody červené, zelené a žluté.

Základem, podle elektrického schématu na obr. 30, je generátor impulsů tvořený hradly  $H_1$ ,  $H_2$  a  $H_3$ , který generuje pravoúhlé impulsy o kmitočtu 1 Hz. Kmitočet impulsů určuje časová konstanta článku  $C_1$ ,  $R_1$ . Pokud chceme interval přepínání prodloužit (či jej udělat proměnný), doporučuji zvětšovat odpor  $R_1$ , případně použít jako  $R_1$  potenciometr s odporovou dráhou asi 5,6 kΩ. Výstup těchto impulsů je na výstupu hradla  $H_1$ .

Impulsy z generátoru jsou zavedeny do čítače 7490. Z něho používáme jen výstupy  $Q_A$  a  $Q_D$ . Svítivé diody jsou rozděleny do dvou skupin. Máme dvě červené, které musí pracovat vždy v negaci, tedy první červená  $\bar{C}_1 = A(D_1)$ , druhá červená  $\bar{C}_2 = \bar{A}(D_4)$ . Žluté musí svítit obě současně, protože signál „stůj, změna barvy“ je na skutečném semaforu na jeho obou stranách ve stejnou dobu. Zelené jsou opět ve vzájemné negaci, když svítí na jedné polovině semaforu zelená, tak na druhé zelená svítit nesmí, což podle Booleany algebry je  $Z_1 = A \cdot \bar{D}(D_3)$  a  $Z_2 = A \cdot D(D_6)$ . Platí-li tedy pro žlutá světla rovnice  $Z_1 = \bar{Z}_2 = \bar{D}$ , kde  $A$  a  $D$  jsou v dvojkovém vyjádření výstupy  $Q_A$  a  $Q_D$  čítače 7490, tak hradla  $H_4$  až  $H_7$  musí být zapojena tak, aby těmto rovnicím jejich výstupy vyhovovaly. Skutečné poměry jednotlivých výstupů nejlepe vyjadřuje přiložená tabulka.



Obr. 30. Silniční semafor

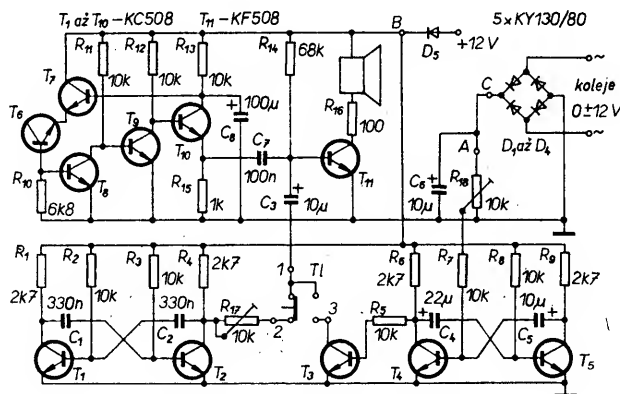
| Vstup | $Q_A$ | $Q_D$ | $\bar{C}_1$<br>$D_1$ | $\bar{C}_2$<br>$D_4$ | $Z_1$<br>$D_3$ | $Z_2$<br>$D_6$ |
|-------|-------|-------|----------------------|----------------------|----------------|----------------|
| 0     | 0     | 0     | S                    |                      |                | S              |
| 1     | 0     | 0     | S                    |                      |                | S              |
| 0     | 0     | 0     | S                    |                      |                | S              |
| 1     | 0     | 0     | S                    |                      |                | S              |
| 0     | 0     | 1     | S                    | S                    |                | S              |
| 1     | 1     | 0     |                      |                      | S              | S              |
| 0     | 1     | 0     |                      |                      | S              | S              |
| 1     | 1     | 0     |                      |                      | S              | S              |
| 0     | 1     | 0     |                      |                      | S              | S              |
| 1     | 1     | 0     |                      |                      | S              | S              |

Pozn.: S pro zjednodušení vyjadřuje stav, kdy příslušná dioda ve sloupci svítí, tj. na jejíž katodě je úroveň log. 0.

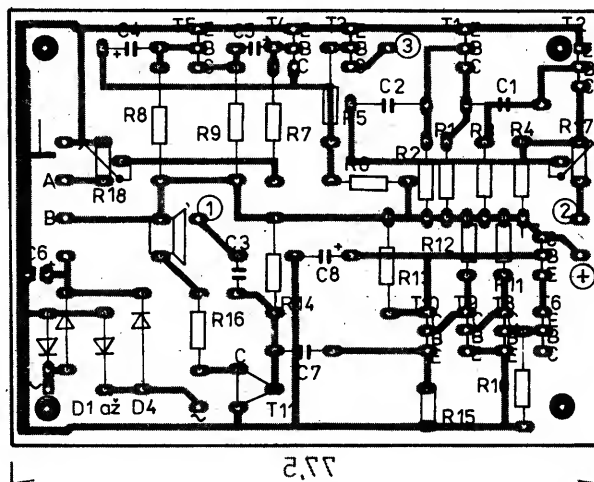
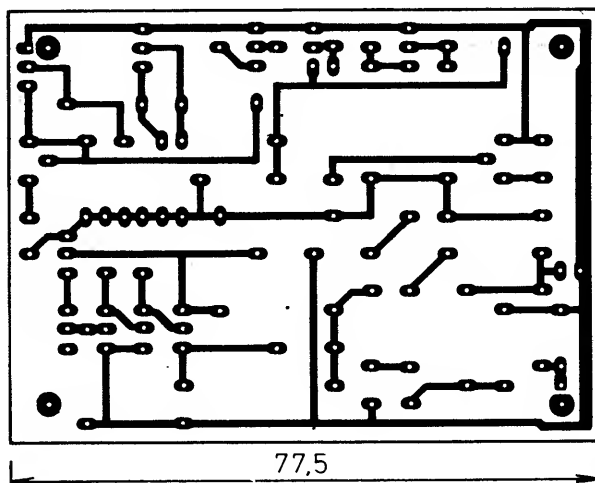
Po mechanické stránce je semafor zhotoven jako zmenšená verze skutečného semaforu. Červené diody umístíme až nahoru, vprostřed jsou žluté a zelené dole. Vhodné rozměry kostky jsou asi 20×20×60. Jako nosná tyč slouží „roura“ o  $\varnothing$  8 mm, kterou uvnitř vedeme dráty všechny nutné spoje (přívody k diodám). Pokud potřebujeme obsadit všechny čtyři strany semaforu, tak příslušné diody prostě zdvojíme paralelním připojením, bez změny hodnot pasivních součástek. Desku s plošnými spoji s elektronikou umístíme do vhodné krabíčky, která může sloužit jako podstavec pro celý semafor.

### Imitátor zvuku parní lokomotivy

V železničním modelářství bojujeme o stále lepší iluzi skutečnosti. Jsem dokonce přesvědčen, že vbrzku se budou vyrábět i modely parních lokomotiv, které budou mít mi-



Obr. 31. Imitátor zvuku parní lokomotivy



Obr. 32. Deska s plošnými spoji zapojení z obr. 31 (Z 211)

niaturní parní stroj. Dnes se zatím spokojíme s modely parních lokomotiv poháněných mini-niaturním elektromotorem. To, co nám v současné době chybí, je správný zvuk, typický pro chod parního kotle lokomotivy. I tady však pomůže elektronika – viz následující návod na stavbu imitátoru zvuku parní lokomotivy.

Jak zařízení pracuje? Princip si vysvětlíme podle schématu na obr. 31. Základem je šumový generátor tvořený tranzistorem  $T_6$  až  $T_{10}$ . Šumové napětí vzniká při průchodu proudu přechodem báze – emitor tranzistoru  $T_6$ , který je napájen ze zdroje konstantního proudu (z tranzistoru  $T_7$ ). Šumové napětí je zesíleno kaskádou tranzistorů  $T_8$  a  $T_9$ . Tranzistor  $T_{10}$  je zapojen jako emitorový sledovač a tvoří v podstatě jen oddělovací stupeň s velkou vstupní a malou výstupní impedancí. Přes vazební kondenzátor  $C_7$  je připojen koncový stupeň s tranzistorem  $T_{11}$ , který má v kolektoru připojen malý reproduktor. My jsme použili typ ARZ 090, který má impedanci  $15 \Omega$ . Lze použít i běžné telefonní sluchátko. K napájení je použito napětí +12 V, které je připojeno přes diodu  $D_5$ . Ta ochraňuje zařízení před poškozením při případném přepólování napájecího zdroje. Pokud přivádíme napájecí napětí nezaměnitelným konektorem, můžeme tuto diodu vynechat. Odběr ze zdroje se pohybuje kolem 150 mA.

Generátor šumového napětí dává do reproduktoru ostrý syčivý zvuk, podobný zvuku ucházení páry. Tento zvuk je klíčovým impulsem z generátoru impulsů, tvořeného tranzistory  $T_4$  a  $T_5$ . Ty jsou zapojeny jako klasický astabilní multivibrátor. Kmitočet tohoto multivibrátoru se mění podle velikosti přiváděného napětí  $0 \pm 12\text{ V}$  z kolejí, po kterých jede lokomotiva. To zaručuje, že při malém napětí, tedy když lokomotiva jede pomalu, je kmitočet nízký (rychlost lokomotivy je úměrná velikosti napětí na kolejích). Se zvětšujícím se napětím se rychlost lokomotivy zvětšuje a zároveň se zvyšuje i kmitočet multivibrátoru. Vhodný počáteční kmitočet lze nastavit odporovým trimrem  $R_{18}$ . Tranzistor  $T_3$  spíná koncový stupeň tak, že v rytmu kmitočtu multivibrátoru přerušuje ostrý syčivý zvuk šumového generátoru. Výsledkem je typický zvuk parní lokomotivy: šš – šš – ššš – šššš – ...

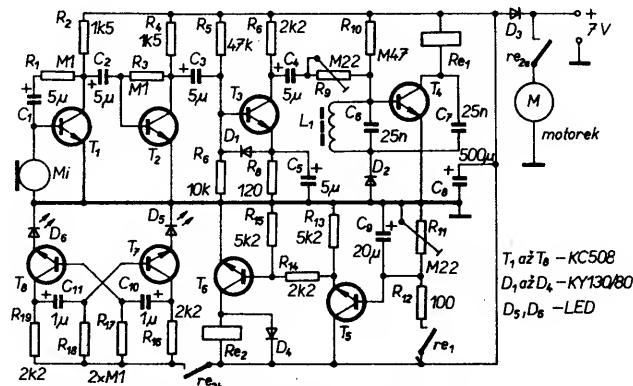
Zařízení má vestaven ještě jeden zvukový generátor, tvořený tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ . Od předchozího se liší pouze vyšším kmitočtem 300 až 700 Hz, podle nastavení odporového trimru  $R_{17}$ . Při stisknutí tlačítka  $Tl$  odpojíme generátor taktovacích impulsů a kmitočtový generátor generátoru napodobuje pískání parní pišťalv.

Zařízení umístíme v budově nádraží. Vzhledem k potřebnému napájecímu napětí +12 V se jej asi nepodaří umístit do lokomotivy.

Možné uspořádání součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 32.

## Elektronické hračky

Traduje se, že indiští fakiři mají v košíku ochočené kobry, které umí tančit v rytmu píšťalky. Jejich napodobením je v současné době výrobek, který se začíná prodávat po celé Evropě: tančící figurky, které drží rytmus hudby. Jakmile hudba ustane, figurka,



**Obr. 33. Cvičená elektronická kobra**

ktehou tvoří pohyblivý se panenka (nebo třeba kytarista) se zastaví. Velkovýrobce takových a podobných hraček samozřejmě používá obvykle jediný zákaznický integrovaný obvod, takže elektronická část je zdánlivě jednoduchá. Protože zákaznické obvody jsou ovšem pro běžného zájemce nedostupné, je nutné elektroniku postavit z diskrétních součástek. Podíváme-li se na tento typ hračky jako na celek, tak zjistíme, že na vstupu je malá, krystalová nebo dynamická nebo jiná mikrofonní vložka a na elektrickém výstupu modelářský motorek, který se začne otáčet trhavými pohyby vždy, když na mikrofon dopadne zvukové vlny o určité velikosti a kmitočtu. Předpokládám, že mechanickou část hračky, tj. u kobry kývání a rytmické přivzdavání nebo u tančící figurky otáčení, případné ohýbání trupu si každý navrhne sám. Elektrická část takové hračky je na schématu (obr. 33).

Zvukový signál dopadající na mikrofon se na bázi tranzistoru  $T_1$  projevuje jako střídavý elektrický signál. Tranzistory  $T_1$  až  $T_3$  tento střídavý nízkofrekvenční signál zesilují. Záporná zpětná vazba (tvořená diodou  $D_1$ ) ochráníčuje maximální možnou amplitudu zesíleného signálu, takže celý stupeň nelze příliš silným zvukem zahltit. Výstup z nízkofrekvenčního zesilovače je na kolektoru  $T_3$ . Další tranzistorový stupeň pracuje jako selektivní tranzistorové relé, které je naladěno na kmitočet, daný součástkami paralelního rezonančního obvodu  $L_1C_6$ . Při dodržení hodnot součástek, uvedených ve schématu, bude kmitočet asi 1000 Hz. Budeme-li konstruovat elektronicky ovládaného hada, tak tento již poměrně vysoký tón vyhovuje. Má-li hračka reagovat na taneční hudbu, je někdy výhodné, je-li kmitočet v oblasti basových tónů, které v podstatě určují rytmus hudby. V takovém případě je potřeba úměrně zvětšit kapacitu kondenzátoru  $C_6$ , případně i indukci cívky  $L_1$ . V celkovém kontextu to znamená, že když na mikrofon dopadne zvukový signál o určité minimální intenzitě a kmitočtu asi 1000 Hz, sepne relé  $Re_1$ , zapojené v kolektoru tranzistoru  $T_4$ . Minimální úroveň vstupního signálu pro sepnutí relé nastavíme trimrem  $R_a$ .

Kontaktem re<sub>1</sub> tohoto relé se spíná další elektronický člen – přidržovací relé. To je tvořeno dvěma tranzistory T<sub>5</sub> a T<sub>6</sub>, modelářským relé Re<sub>2</sub>, zapojeným v kolektoru T<sub>6</sub>, a nastavitelným zpožďovacím členem, tvořeným součástkami R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub> a C<sub>9</sub>. Jeho funkce je důležitá. Pokud bychom motorek spínali kontaktem relé Re<sub>1</sub>, byly by někdy jeho impulsy tak krátké, že by se motorek ani nerozběhl. Kapacita kondenzátoru C<sub>9</sub> zaručí, že

i při rozpojení kontaktu  $re_1$  zůstane relé  $Re_2$  ještě 0,5 až 5 s sepnuté.

Posledním obvodem ve schématu je astabilní multivibrátor, tvořený tranzistory  $T_5$  a  $T_6$ , který kmitá na kmitočtu řádu jednotek sekund, danou časovými konstantami  $C_{10}R_{17}$  a  $C_{11}R_{18}$ . Je-li sepnuto relé  $Re_2$ , které přivádí těchto tranzistorů přes spínací kontakt  $re_{2b}$  napájecí napětí, je vždy (střídavě) jeden z těchto tranzistorů otevřený a druhý zavřený, takže svítivé diody zapojené v jejich emitorech se střídavě s daným kmitočtem zhasínají a rozsvěcejí. V hračce jsou u kobry použity v očích. Zde volíme obvykle zelenou nebo červenou barvu diod. U tančících hraček tvoří diody součást oblečení, třeba nárameníku apod.

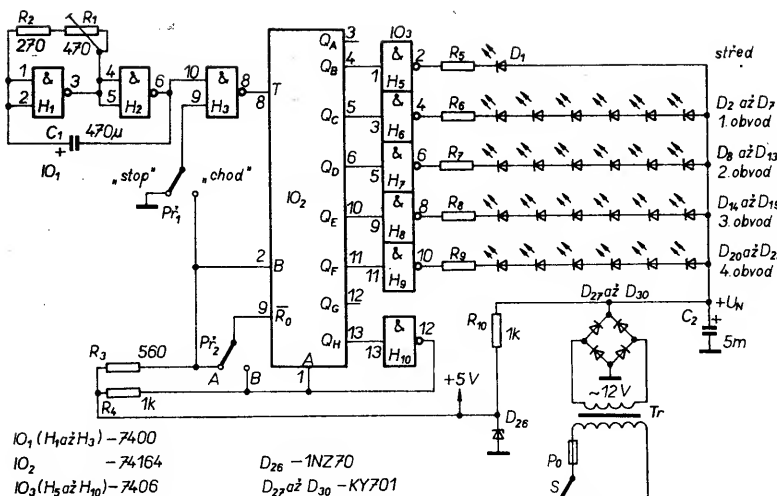
K napájení použijeme napájecí zdroj, který máme doma pro autodrůh nebo kolejišťáků. Dioda  $D_3$  oba spotřebiče, tedy elektronickou část a motorek odděljuje. Pokud bychom pro hračku zdroj konstruovali, je vhodné obě části (motorek a elektroniku) od sebe oddělit a napájet je z nezávislých větví.

Ve schématu ještě chybí údaje o cívice L<sub>1</sub>. Je navinuta na uzavřeném hrníčkovém nebo EI feritovém jádru (rozměry asi 10×6×3 mm) drátem o Ø 0,1 mm CuL a má 1000 závitů.

## Svítící šesticípá hvězda

Popisované zařízení je jednou z mnohých variant dnes velice populárních světelných poutačů. Ve schématu na obr. 34 jsou jako svítící prvky použity polovodičové svítivé diody (LED). LED by bylo možné při použití přídatného tranzistoru nebo tyristoru nahradit běžnou žárovkou téměř libovolného výkonu. Pak lze udělat hvězdu libovolně, tedy i mnohametrové velikosti.

Celé zařízení je z funkčního hlediska velice jednoduché. Obsahuje tři integrované obvody TTL. Hradla  $H_1$  a  $H_2$  prvního integrovaného obvodu  $IO_1$  jsou zapojena jako astabilní multivibrátor, který má určen opakovací kmitočet časovou konstantou  $R_2R_1C_1$ . Nastavením trimru  $R_1$  lze měnit kmitočet, který určuje takt zhasínání a rozsvícení v rozsahu 0,8 až 2,5 Hz. Hradlo  $H_3$  je použito jako invertor. Hradlo  $H_4$  není na schématu kresleno, zůstává nevyužito. Pouze u něj doporučuji zkratovat mezi sebou oba vstupy a přes rezistor s odporem asi 1 k $\Omega$  je spojit s napájecím napětím +5 V. Přepínačem  $P_1$  odpovídáme vývod astabilního multivibrátoru od následujících stupňů a tím při přepnutí do polohy „stop“ zůstanou všechna světla svítit v poslední kombinaci. Zpětným připojením  $P_1$  do polohy „chod“ přicházejí taktovací impulsy na vstup 8 integrovaného obvodu



Obr. 34. Svítící šesticípá hvězda

MH74164, označený T. IO2 je osmibitový posuvný registr s hradlovými sériovými vstupy a asynchronním nulováním. V rytmu přicházejících impulsů se na výstupech Q mění úroveň napětí tak, jak je to znázorněno na obr. 35. I zde si můžeme přepínačem P<sub>2</sub> vybrat dvě varianty.

Zde je snad nutno upozornit na vtip celého zapojení. Sestrojíme šesticípou hvězdu tak, že první dioda D<sub>1</sub> je ve středu obrazce. Diody D<sub>2</sub> až D<sub>7</sub> umístíme na první vnitřní obvod tak, že každá je na jednom ze šesti ramen hvězdy a tak logicky dále. To znamená, že vždy diody, které jsou spínány a rozsvíceny společně ze stejného výstupu Q, umístíme na stejný obvod hvězdy, každou na jedno ze šesti ramen. Pak, když se podíváme na grafy na obr. 2, kde si vysledujeme kdy a v jakém pořadí jednotlivé diody se rozsvěcují či zhasínají, vidíme, že se při první variantě (když P<sub>2</sub> přepojíme do polohy A) začíná hvězda rozsvěcet ze středu, po obvodech. Pak několik taktů zůstane svítit a začne zhasínat zase nejprve střed a pak postupně po jednotlivých obvodech zhasne celá. Několik taktů zůstane bez napětí a pak se opět rozsvítí jako první střed hvězdy, děj se cyklicky opakuje s dobou 16T, kde délku T nastavíme už zmíněným trimrem R<sub>1</sub>. V druhé variantě, kdy jsme přepnuli P<sub>2</sub> do polohy B, tj. spojili výstupy R<sub>0</sub> a A obvodu 74164, dostaneme i jiný postup světelné časové varianty. Hvězda se stejným způsobem a ve stejném taktu rozsvěcí ze středu, rozdíl je v tom, že při dosažení plné svítivosti po několika taktech zhasne najednou celá. Proces se po krátké prodávě znovu opakuje, přičemž opakovací cyklus je proti první variantě poloviční, tj. 8T.

Svítivé diody (LED) D<sub>1</sub> až D<sub>25</sub> volíme podle požadované barvy. Z elektrického hlediska

pak vyhoví prakticky každý typ. Pouze ochranné omezovací rezistory si stanovíme ze vzorců:

$$R_5 = \frac{U_N - U_{CE} - U_F}{I_F}$$

$$R_6 \text{ až } R_9 = \frac{U_N - U_{CE} - 6U_F}{I_F}$$

kde U<sub>N</sub> je nestabilizované napájecí napětí na kondenzátoru C<sub>2</sub>, v našem konkrétním případě, kdy je na sekundární straně transformátoru střídavé napětí 12 V, bude U<sub>N</sub> = +16,8 V, U<sub>CE</sub> je úroveň log. 0 na výstupech IO<sub>3</sub>, U<sub>F</sub> je úbytek, tj. přední napětí jednotlivých použitých světelných diod. I<sub>F</sub> je zvolený příčný proud, který v žádném případě nesmí přesáhnout maximální dovolený proud příslušného typu svítivé diody.

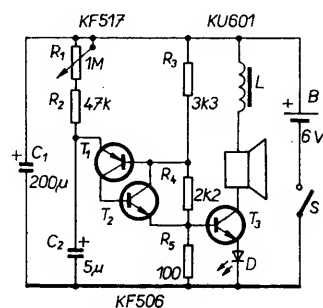
K napájení použijeme zcela standardní transformátor 220/12 V – 30 W, k usměrnění libovolné usměrňovací křemíkové diody (D<sub>27</sub> až D<sub>30</sub>), které mají dovolený přední proud alespoň 0,5 A, případně usměrňovací blok.

### Elektromechanický metronom

Metronom je známý přístroj, který potřebuje každý hudebník. Přístroj automaticky udržuje nastavený takt, „neujíždí“, tj. nezpomaluje ani nezrychluje. V současné době existuje celá řada různých konstrukcí těchto přístrojů. Některé jsou čistě mechanické, jiné jsou konstruovány jako elektronické generátory a potřebný „tlukot“ vydává reproduktor. Podíváme-li se do obchodů s hudeb-

ninami, vidíme, že i v dnešní době jsou mechanické metronomy stále populární; jsou vybaveny kyvadlem, které v úvratí kyvu „klepne“. Pohon zajišťuje hodinová pružina nebo baterie. Někteří hudebníci tvrdí, že je pro ně důležité i pozorování kyvu, někteří dokonce tvrdí, že toto pozorování je důležitější než rytmický klapot, který je ruší.

Z těchto důvodů je popisované zařízení zcela úmyslně elektronicko-mechanickým hybridem. Základem je elektronický generátor, tvořený dvěma antiparalelně spojenými tranzistory T<sub>1</sub> a T<sub>2</sub> s opačnými polaritami, které se otevírají a zavírají s kmitočtem úměrným časové konstantě (R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub>)C<sub>2</sub>. Hudebníci potřebují rozsah 40 až 120 úderů za minutu. Generátor pracuje v širším rozsahu: je-li R<sub>1</sub> = 0 (tedy je-li běžec potenciometru na horním konci odporové dráhy), generátor má kmitočet asi 210 až 220 úderů za minutu, což je 3,5 až 3,6 Hz. Čím je odpor R<sub>1</sub> větší, tím nižšího kmitočtu lze dosáhnout. Metronom má tedy plynulé nastavení rytmu.

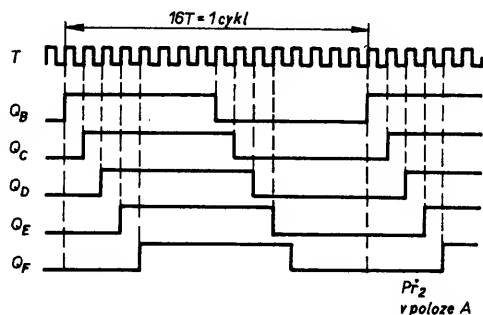


Obr. 36. Elektromechanický metronom

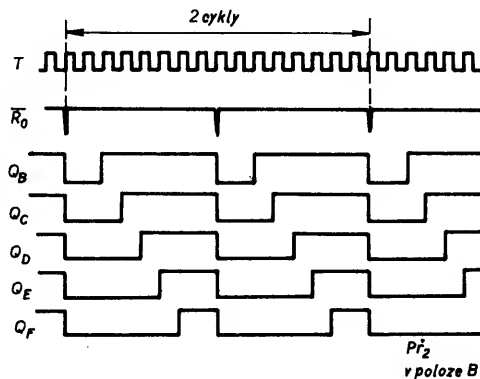
Jak plyne z elektrického schématu na obr. 36, impulsy z emitoru tranzistoru T<sub>2</sub> přicházejí na bázi T<sub>3</sub>. To je výkonový tranzistor, který má v kolektorovém obvodu jako zátěž malý čtyř nebo osmíohmový reproduktor R<sub>p</sub> a cívku elektromagnetu L a v emitoru připojenou diodu LED. Tato dioda se v rytmu nastaveném potenciometrem (proměnným odporem) R<sub>1</sub> rozsvěcí, v reproduktoru se ozývá klapot. Cívka L má jádro z měkkého železa a svou magnetickou energii udržuje kyvadlo metronomu v trvalém, rytmickém kyvu.

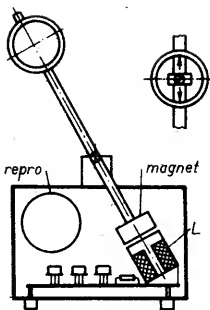
Nyní si prohlédněte zjednodušené schéma mechanického uspořádání přístroje.

Všechny elektronické součástky jsou na desce s plošnými spoji v dolní části skříňky (obr. 37), kde je i reproduktor a napájecí baterie se spínačem. Přístroj je napájen ze čtyř burelových článků (tedy např. tužkových baterií nebo monočlánků). Potenciometr R<sub>1</sub>



Obr. 35. Průběhy napětí v obvodech hvězdy





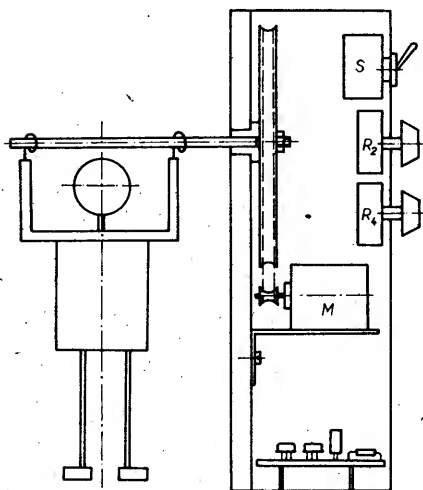
Obr. 37. Uspořádání elektromechanického metronomu

může být s výhodou lineární, takový, jaký se používá pro mixážní elektronické pulty. Opatříme jej stupnicí v úderech za minutu. V horní části skříňky umístíme čep, ve kterém je zavěšeno kyvadlo. To je asi 200 až 250 mm dlouhá ocelová tyčka o průměru 5 až 8 mm. V dolní části tyčky je připevněn trvalý magnet, který se při krajní úvratí kyvu dostane až do osy jádra cívky L. Pokud jsou elektrické impulsy v cívkě synchronní s dobou kyvu, dodává magnetické pole cívky L kyvadlu potřebnou energii k tomu, aby stále kývalo. Nevýhodou je, že takto uspořádané zařízení se nedokáže samo „rozběhnout“. Po zapnutí spínače S sice začne blikat dioda D, v reproduktoru se ozývají údery, ale kyvadlo musíme ručně rozkývat. V horní části kyvadla umístíme posuvatelny ozdobný terčík. Jeho posouváním upravíme jak vyvážení, tak mechanickou dobu kyvu.

Cívka L je použita ze starého, nejlépe dvanáctivoltového malého stejnosměrného relé. Pokud ji budeme muset zhotovit, postavíme ocelové jádro o  $\varnothing$  10 mm, výšky 25 mm a asi 1500 závitů drátu o  $\varnothing$  0,15 mm CuL.

### Elektronicky ovládaná hrazda

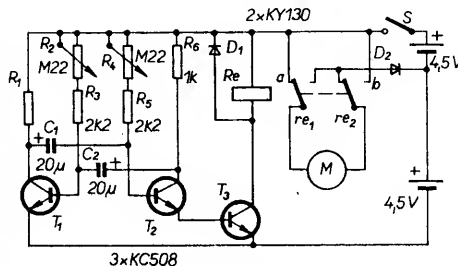
Jde o jednoduchou elektronicko-mechanickou hračku. Panáček-cvičenec se otáčí na hrazdě, pohyb hrazdy se mění vpravo a vlevo podle zvoleného programu. Mechanické uspořádání na obr. 38 uvádím spíše jen pro představu. Mechanickou část lze s výhodou sestavit z některé běžné dětské stavebnice typu Merkur, Lego apod.



Obr. 38. Elektronicky ovládaná hrazda, mechanické uspořádání

Hrazdu tvoří hřídelka o  $\varnothing$  5 mm a délky asi 120 mm. Na hrazdě je za „ruce“ připevněna figurka – cvičenec. Je vhodné, když má alespoň některé klouby volné. Ruce, ramena a hlava panáčka musí být kompaktní, dobré je i to, je-li hlava figurky těžká a má-li panáček těžiště ve své vrchní části. Tělo a nohy mohou být z materiálů o malé hmotnosti.

Hrazda má v řídicí skříni velké kolo, kterým přes pryžový řemínek otáčí malý modelářský motorek. Velké kolo má průměr 100 mm, malé naháněcí kolečko upevněné na hřídeli motorku  $\varnothing$  10 mm. V řídicí skříni umístíme dvě napájecí ploché baterie a destičku s elektronickými obvody, na její zadní stěně je spínač S se dvěma nastavovacími potenciometry  $R_2$  a  $R_4$ . Jejich natočením pak určíme, jak dlouho se hrazda bude otáčet na jednu a na druhou stranu.



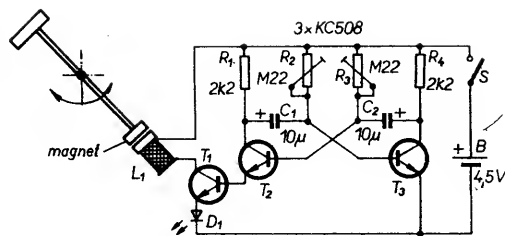
Obr. 39. Schéma zapojení elektronické části „hrazdy“

Co musí umět elektronická část na obr. 39? Tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  jsou zapojeny jako stále kmitající multivibrátor. V určitém okamžiku je jeden tranzistor zavřený, druhý plně otevřený. Za určitou dobu se jejich funkce obrátí, první se zcela otevře, druhý opět skokem zavře. Doba, po níž je ten který tranzistor otevřený nebo zavřený, je dána časovou konstantou, lépe dobou nabíjení kondenzátorů  $C_1$  a  $C_2$  přes rezistory  $R_2 + R_3$  a  $R_4 + R_5$ . Protože  $R_2$  a  $R_4$  jsou zvoleny jako proměnné (jejich odpor závisí na nastavení běžce), lze jimi měnit dobu, po níž je ten nebo onen tranzistor zavřený či plně otevřený. Jakmile se tranzistor  $T_2$  např. otevře, dostane se kladné napětí na bázi  $T_3$ , ten se otevře také a sepne relé Re. Kontakty  $re_1$  a  $re_2$  tohoto relé pak přepínají smysl chodu motorku. Jsou-li kontakty tak, jak je nakresleno na schématu v klidu, tedy v poloze a, otáčí se motorek vpravo, je napájen z horní ploché baterie. Sepne-li relé Re, změní kontakty  $re_1$  a  $re_2$  svoji polohu do b, motorek se přepóluje, začne se otáčet na opačnou stranu. Napájí se opět z horní ploché baterie. Spodní plochá baterie je tedy mnohem méně proudově zatížena. Doporučuji proto obě baterie vzájemně během používání přístroje několikrát zaměnit.

M je běžný modelářský motorek, relé Re je modelářské relé, je možné použít např. relé LUN 12 V apod.

### Elektronické kyvadlo

Na obr. 40 je elektronická část kyvadla. Mechanická část je pouze naznačena. Na tomto principu pracují některé typy elektromechanických hodin a budíků nebo i náramkových ručkových hodinek. Kyvadlo je však i základním stavebním prvkem některých mechanických hraček, které jdou v poslední době do módy. Jsou to např. umělé papouškové (nebo jiné ptáky), kteří se na bidýlku stále kývají atd., kyvadlo je základem různých mezikruží, miniaturních modelů houpa-



Obr. 40. Elektronické kyvadlo

ček nebo stínítek lamp, která vrhají proměnné stíny.

Mechanickým základem hračky je tedy kyvadlo, kterému první impuls k rozběhu musíme dát rukou, neboť se samo nerozkýve. Dolní konec kyvadla je opatřen trvalým magnetem, v zásadě stačí i plechové křídélko z měkké oceli. Trvalý magnet pouze zvětšuje účinnost celé sestavy. V místě horní úvratí kyvu je umístěna cívka L s magneticky měkkým jádrem, která je napájena elektrickými impulsy. Základní podmínkou funkce je, aby přirozená doba kyvu byla v synchronizaci s kmitočtem elektrických impulsů, které pouštíme do cívky L. Vzniklé magnetické pole cívky dodává kyvadlu energii a doplňuje ztráty, které vznikají třením v uložení. Pokud jsou oba děje správně synchronizovány, tak mechanická soustava kývá tak dlouho, dokud je v baterii elektrická energie.

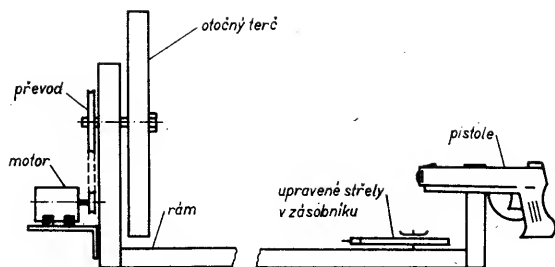
Elektronickou část soustavy tvoří klasicky zapojený multivibrátor. Ten pracuje tak, že tranzistory  $T_2$  a  $T_3$  se střídavě otvírají a zavírají v závislosti na nabíjecích konstantách článků  $C_1R_2$  a  $C_2R_3$ . Výsledkem je, že na výstupu, tedy emitoru  $T_2$  je střídavě nulové a plné napětí zdroje. Tranzistor  $T_1$  pak v rytmu těchto impulsů spíná proud procházející cívkou L. Svítivá dioda  $D_1$  tuto činnost indikuje.

Při praktické činnosti zařízení kyvadlo nejprve rozkýveme. Pak nastavíme odporovými trimry  $R_2$  a  $R_3$  kmitočet elektrických impulsů tak, aby se dioda D rozsvítila vždy v okamžiku, kdy se magnet kyvadla blíží k cívkě. Ve chvíli, kdy nastává vratná doba kyvu, musí být již elektrický impuls procházející cívkou ukončen. Odporovými trimry můžeme kmitočet multivibrátoru pouze snižovat. Chceme-li kmitočet zvýšit (nebo třeba i řádově snížit), musíme vyměnit kondenzátory  $C_1$  a  $C_2$ . Z praktického hlediska se velice často stává, že za dobu kyvu dodá zařízení impulsy dva, tři, čtyři nebo i více. Pro vlastní činnost to nevádí potud, pokud jsou obě soustavy tak synchronizovány, aby každý rtý elektrický impuls byl ve správném časovém synchronismu s dobou kyvu.

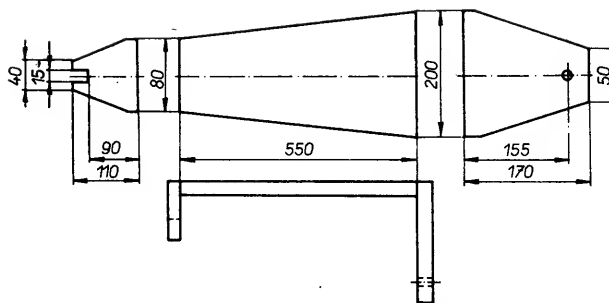
Dioda  $D_1$  může být libovolný typ LED. Je-li přístroj již odzkoušený, můžeme LED odstranit a emitor  $T_1$  přímo spojit se zápornou částí napájecího napětí. Trimry  $R_2$  a  $R_3$  nahradíme pevnými rezistory se stejným odporem, jaký má po nastavení využitá část jejich odporové dráhy. Pro úplnost je v této souvislosti třeba podotknout, že multivibrátor sice pracuje v širokém rozsahu napájecího napětí asi od 3 do 10 V, ale kmitočet jeho impulsů je přímo úměrně závislý za změně tohoto napětí.

Cívka L má asi 1000 závitů drátu např. o  $\varnothing$  0,1 mm CuL. Jádro cívky tvoří běžný šroub M8 s válcovou nebo šestihlannou hlavou. Je možné použít cívku i s jádrem z některého stejnosměrného relé např. LUN, RP apod. Počet závitů není kritický, protože





Obr. 41. Elektronické kolo štěstí, mechanické uspořádání



Obr. 42. Mechanická konstrukce rámu

zejména u dobře mechanicky provedeného kyvadla je potřebné množství magnetické energie nutné k udržení rovnoměrného kývání velice nepatrné. U dobře vyvážených a správně uložených soustav postačí mnohdy jen tisícinový ampérzávit.

Snad ještě jednu praktickou připomínku. Kyvadlo ve tvaru ptáka, třeba čápa je možné sestavit např. z mechanické stavebnice Merkur. Rozkvy, tedy úhel, o který se pták kýve od své svislé osy, volíme maximálně  $\pm 45^\circ$ .

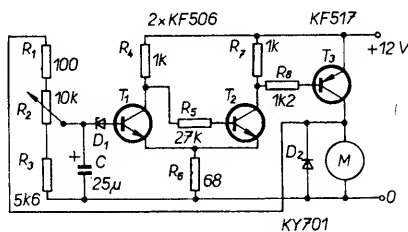
### Domácí střelnice s otočným „kolem štěstí“

Jde o jednoduchou hračku. To, jak je ji možné řešit, je patrné z obr. 41. Předně si musíme říci, jak si lze s „kolem štěstí“ hrát. Otočný kotouč (terč) rozdělíme na řadu příčných polí, výsečí (jako při krájení kulatého dortu). Jednotlivé výseče musíme nějakým grafickým způsobem upravit. My jsme na ně nalepili obrázky, vystříhané z různých časopisů a opatřili je nápisy typu „co vás čeká a nemine“, např.: „Štěstí v lásce“, „Výhra v sportce“, „Pozor na pomluvy“, „Nepříznivé období“ atd. Jednotlivá pole také opatříme čísly, aby bylo možno hrát „kostky“, „sportku“ nebo podobnou hru, založenou na losování. U této domácí střelnice bude volit číslo, předem tipované, střela, kterou střílíme do roztočeného kotouče. Z přístroje lze udělat i hazardní hru: Na jednotlivá pole připojíme hrací karty. Aby se jich tam vešlo všech čtyřicet, je třeba každou kartu podélně rozpálit a spodní okraj sestříhnout. Pak s „kolem štěstí“ můžeme hrát celou řadu karetních her a to tak, že střelba do terče nahrazuje práci karbaníka, kterému se říká při běžné hře bankéř. K většině her je vhodné mít ještě balíček stejných karet a pak lze hrát „oko“, „poker“ apod. Lze vymyslet i jednoduché varianty hry, kdy si každý z „balíku“ nejprve lízne dvě, tři karty a pak se společně střílí na terč. Ten, kterému karty v ruce souhlasí s některou zasaženou kartou na terči, vyhrává. Lepší je ten, kdo uhodl kartu vyšší hodnoty, nebo karty dvě či jejich sérii apod.

Nyní se vrátíme k technické stránce a vlastní výrobě. Kotouč (obr. 41) je dvoustraný pro dvě varianty hry. Na jedné straně jsou přilepeny obrázky s čísly, na druhé hrací karty. Kotouč se otáčí na dlouhém šroubu se závitem M5 přesně ve středu velké čelní desky rámu. Pistole, kterou budeme do terče střílet, je v protilehlém čele rámu ve vzdálenosti 550 mm. Výškově je umístěna tak, aby byla proti dolnímu okraji kotouče a nestávalo se, že bychom mohli při střelbě kotouč minout. Je zasunuta ve výřezu a shora zajištěna kovovým, nejlépe mosazným páskem. Toto upevnění dovoluje pohyb hlavně nahoru a dolů. To znamená, že můžeme mířit jen do úrovně střední osy kotouče a umístit tak

střelu pouze od středu až po dolní okraj kotouče. Střely jsou umístěny v zásobníku, kterým je pásek plechu pod pistolí na ploše rámu, pod který se střely ze strany zasouvají. Střílíme běžnou dětskou pistolí, kterou koupíme v hračkářství včetně střel opatřených pryžovými přichytkami. Pistolí nijak neupravujeme, zůstává originální. Střely zbavíme pryžových přichytek a opatříme je kovovým hrotem, aby se mohly do terče zapíchnout. Hrotem střely může být špendlík, případně hřebíček. Dobré je na konec střely ještě navléknout kovový prstýnek, aby se zvětšila hmotnost hrotu.

Mechanická konstrukce rámu je dobře patrná z obr. 41 a obr. 42. Základním stavebním materiálem je překližka tloušťky 17 mm, lze použít i dřevo, laťovku, případně dřevotřísku. Tloušťka materiálu není kritická. Pro jednoduché domácí používání postačí, když se terč otáčí na šroubu, který je umístěn ve vyvrtané díře bez vodičového pouzdra. Můžeme se spokojit i s tím, že kotouč roztáčíme i zastavujeme rukou. Ti, co chtějí hračku luxusní, mohou pohánět rotující kotouč motorkem. Stačí jednoduchý převod 1:3 ze stavebnice „Merkur“ s náhonem pomocí pryžového řemínku. Použít lze prakticky jakýkoli modelářský motorek. Napájíme jej z baterie nebo síťového zdroje pro napájení kolejiště vláčků.



Obr. 43. Impulsní řízení stejnosměrného motoru

Pro toho, kdo si chce udělat ke „kolu štěstí“ vlastní napájecí zdroj, je pak určeno schéma (obr. 43) jednoduchého impulsního regulátoru rychlosti otáčení. Zdroj je schopen regulovat rychlost otáčení modelářských motorek s napájecím napětím 12 V do odběru asi 0,5 A. Základem zapojení je jednoduchý Schmittův klopný obvod, složený z tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$ . Jeho spouštění se reguluje změnou časové konstanty  $C_1$ ,  $R_1$ ,  $R_3$  spolu s potenciometrem  $R_2$ . Změnou nastavení  $R_2$  se mění četnost impulsů. Výkonový tranzistor  $T_3$  pracuje pouze ve dvou stavech. Je buď úplně otevřený nebo plně zavřený. Tím je možné pro regulaci použít tranzistor s mnohem menší výkonovou ztrátou než při regulaci spojitě.

## Zdroje

### Pojistky a jistění síťových zdrojů

Při síťovém napájení je zapotřebí každý přístroj vhodně jistit. Pojistky na privodní straně si obvykle odpouštíme při napájení malých jednoduchých přístrojů a zařízení z přenosných baterií akumulátorů. Malý síťový napájecí zdroj dnes obvykle jistíme tavnými pojistkami. Nejvhodnější jsou tzv. pojistky trubičkové. Nejběžnější rozměr je  $\varnothing 5 \times 20$  mm, pro který dostaneme pojistkový držák, takový, že může být umístěn na panelu a pojistku můžeme snadno vyměňovat, aniž bychom přístroj otevírali. Víme, že takové pojistky s oblibou používají i mnozí výrobci např. televizorů, ráiových přijímačů, gramofonů atd. V amatérské praxi (a nejen v ní) byly a jsou i konstrukce, v nichž se taková pojistka umísťovala do jednoduchého otevřeného držáku přímo na desce s plošnými spoji uvnitř přístroje.

V místě pojistkového držáku nebo v jeho nejbližší blízkosti bychom vždy měli mít štítek, na kterém je označen zejména jmenovitý proud pojistky. Je třeba připomenout, že i o těchto malých pojistkách platí zákaz jakéhokoli jejich opravování. Při přepálení ji neopravujeme drátem, hřebíkem nebo staniolem, ale vždy použijeme novou pojistku o správném (jmenovitém) proudu. Na trubičkách bývá ještě kromě jmenovitého proudu uveden i písmenný znak:

F – pojistka s rychlou reakcí,

T – pojistka se zpožděnou reakcí,

M – nebo bez označení – pojistka běžná.

Trubičkové pojistky pro pracovní napětí 250 V se vyrábějí pro tuto řadu jmenovitých (vytávacích) proudů (proud v mA): 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300. Tedy od 32 mA do 6,3 A.

Důležitým parametrem tavných pojistek jsou tzv. vytávací doby. Tedy čas v ms, za který se pojistka určitým proudem přetaví. Pro náš typ malé trubičkové pojistky o  $\varnothing 5 \times 20$  mm platí tyto údaje:

typ

048 A–F (rychlá)

pro jm. proud 100 mA až 6,3 A

při přetížení  $2,75 \times$  je vytávací doba v rozmezí 50 ms až 2 s, při přetížení  $4 \times$  je vytávací doba v rozmezí 10 ms až 300 ms;

048 A–T (pomalá, se zpožděním)

pro jmenovité proudy od 100 mA do 6,3 A při přetížení  $2,75 \times$  je vytávací doba v rozmezí 600 ms až 10 s, při přetížení  $4 \times$  je vytávací doba v rozmezí 150 ms až 3 s.

Do kterého místa pojistky připojujeme? U malých napájecích zdrojů jak do primárního, tak do sekundárního obvodu. Na primární straně se jistí jen fázový přívod, v žádném případě nesmí být pojistka v pracovním nulovacím nebo ochranném nulovacím přívodu. Pojistka může být jak před spínačem, tak za spínačem. Náš názor je ale takový, že z bezpečnostního hlediska je nejlepší, když co nejmenší množství součástek a přívodů je trvale pod napětím. Snad je k tomuto názoru třeba ještě dodat a znovu upozornit na to, před čím tavná pojistka chrání a před čím nikoli.

Mnoho požárů elektrických vedení, přístrojů a dokonce i domácích spotřebičů vzniká tak, že pod uvolněnou svorkou přívodu elektrické energie vznikne vodivý můstek. Ten prohořívá a bohužel ne vždy vytvoří úplný zkrat, ale pouze přechodový odpor, přes který může procházet elektrický proud mezi fází a vzniklým nežádoucím svodem. Pokud je tento svod veden částečně hořlavým materiálem, nastane vznícení. Hořlavé jsou prakticky všechny izolace vodičů a kabelů, termoplastické hmoty, dřevo atd. Jak ze zkušenosti víme, tak dobře hoří i transformátory i jiné elektronické a silové součástky, cívky, tlumivky, některé kondenzátory atd. Proto je nejbezpečnější co největší část spotřebičů odpojovat v době nečinnosti od elektrického přívodu. Při odchodu z domácnosti či rodinného domku, pracoviště atd. je navíc vždy vhodné vypnout zároveň hlavní přívod elektrické energie.

Tavná pojistka musí bezpečně ochránit zařízení při zkratu před tím, aby nehořely vodiče, transformátor atd. U malých transformátorů se někdy stává, že zkrat na sekundární straně, tedy v místě připojení dalších obvodů a spotřebičů nemusí v primárním obvodu vyvolat takový proud, který by přetavil tavnou pojistku v přívodu 220 V. Je to zejména v těch případech, kdy má transformátor několik odboček a zkrat vznikne v obvodu některého malého napětí. Proto se dávají u mnohých spotřebičů tavné pojistky i na sekundární stranu, před nebo někdy až za usměrňovací diody, případně až za stabilizátor napětí. Z těchto důvodů by neměla být tavná pojistka z hlediska jmenovitého proudu nikdy předimenzována. Tabulka pojistek, uvádějící jmenovité proudy pro přívody, platí pro pojistky (případně jističe) na rozvodné desce. Jištění přímo na přístroji by mělo být minimálně o stupeň nižší.

Pojistky s delší, či prodlouženou vytavovací dobou jsou určeny zejména pro obvody, v nichž jsou motory. V nich se při zapnutí obvykle objeví velký proudový náraz, způsobený většími momenty při rozběhu. Také u většiny elektronických zařízení je proudový náraz větší, mnohdy i několikanásobně větší než je maximální odběr při činnosti přístroje. Způsobuje to většinou indukčnost přívodů a vinutí transformátorů, proud potřebný pro nabití filtračních kondenzátorů, někdy i nesprávně navržené stabilizátory napětí, které při zapnutí zakmitnou. Tyto doby jsou ale obvykle tak krátké, že v obvodech postačí běžné pojistky.

Za povšimnutí stojí i známý úkaz, že se pojistky z velké většiny u elektronických, ale i elektrických zařízení mohou přetavit při zapínání, ale i při vypínání. Na toto téma bylo napsáno již mnoho pojednání a vedle teore-

ticky zdůvodněných existují i platná obecná praktická pravidla. Při zapínání a vypínání vznikají v elektrických obvodech jak napěťové, tak proudové nárazy, které obvykle dají „poslední ránu“ součástce, která je již na mezi poškození. Je známo, že některé polovodičové prvky stárnou tak, že se u nich zmenšuje závěrné napětí s dobou provozu. Takový tranzistor nebo dioda v běžném provozu ještě správně plní svoji činnost, ale prorazí se právě napěťovým impulsem při zapnutí nebo vypnutí. Známým nepříjemným prvkem jsou wolframové žárovky, u nichž proudový náraz při zapnutí je dán jejich podstatně menším odporem za studena, než při provozní teplotě.

Závěrem je třeba upozornit na jednu nepříjemnou vlastnost tavných pojistek. „Vytavovací doba“ polovodičových součástek je kratší než vytavovací doba těchto pojistek. To, co se v provedení malých trubičkových pojistek vydává za rychlé pojistky, obvykle žádnou usměrňovací diodu nebo tranzistor zapojený jako regulátor v přívodu napětí neochrání. Naivní je také používat tavné pojistky v kolektorech výkonových tranzistorů u ní zesilovačů, pokud jsou zapojeny jako zdroje napětí. V žádném případě běžnou tavnou pojistkou, byť v rychlejší vytavovací provedení, tranzistor koncového stupně nezachráníme před zničením při zkratu v místě připojení reproduktorů. Je známo, že ve všech případech jedinou spolehlivou ochranou jsou rychlé elektronické pojistky. To platí jak pro zesilovače, tak pro stabilizátory napětí. U síťových napáječů je třeba ještě poznamenat, že je vhodné v obvodu ponechat tavnou pojistku i v případě, že používáme elektronické jištění.

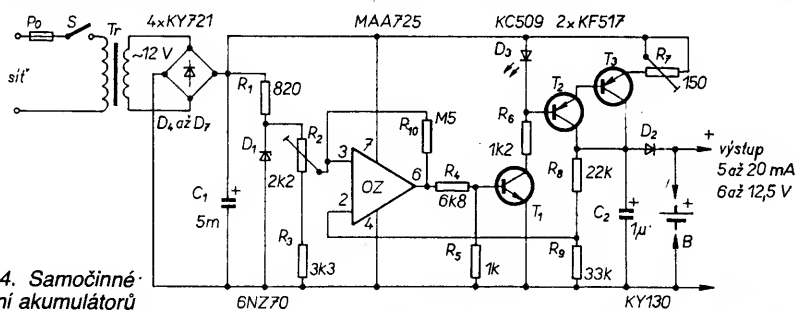
### Automatický dobíječ NiCd akumulátorů

Parametry přístroje: nabíjecí proud je nastavitelný v rozsahu 5 až 20 mA, napěťové

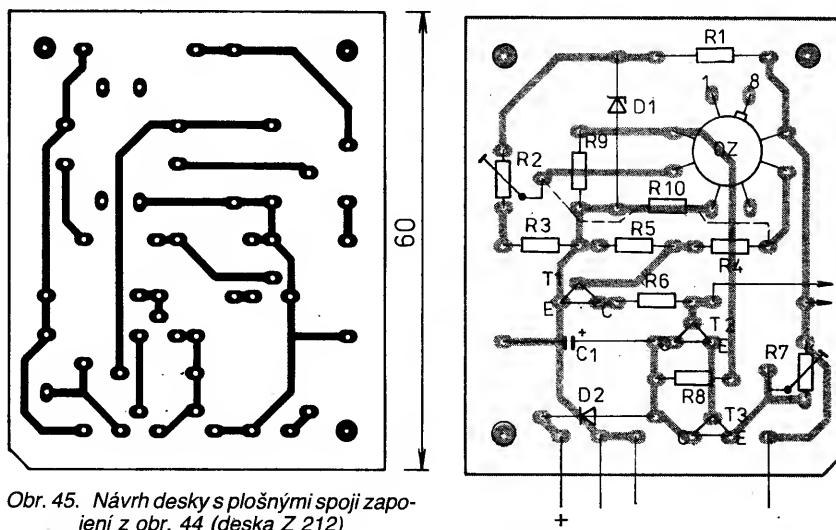
omezení v rozsahu 6 až 12,5 V ukončuje automaticky i konec nabíjení. Napájení 220 V, případně paralelní připojení k akumulátoru osobního automobilu.

Přístroj je určen pro případy, kdy máme spotřebič, v němž jsou trvale umístěny malé akumulátory NiCd jako rezerva pro případ, že se přeruší napájení sítě. Hodí se pro polopřenosné přístroje. Může pracovat samozřejmě i jako samostatné zařízení určené jen k nabíjení baterii. Nutný je jako součást indikačních a strážných přístrojů či zařízení, elektronických zámek apod., u nichž výpadek sítě nesmí znamenat přerušení činnosti. Zajímavé je použití v osobním automobilu. Zde můžete mít trvale připojenou známou přenosnou dobíjecí svítilnu s malými akumulátory NiCd, kterou vyrábí Mechanika Praha. Trvalým zdrojem nabíjecího proudu může být přímo akumulátor vozidla. Jeho napájení připojíme v místě filtračního kondenzátoru  $C_1$  (viz schéma obr. 44). Samozřejmě, že odpadné síťové transformátory a usměrňovací diody  $D_4$  až  $D_7$ . Vzhledem k tomu, že v době, kdy jsou akumulátory nabitě, neodebírá přístroj téměř žádný proud, je možné mít zařízení trvale zapnuté a máme pak v automobilu prakticky stále k dispozici přenosnou svítilnu, která je vždy mobilně připravena s nabitými akumulátory k použití.

Nyní si popíšeme činnost přístroje podle elektrického schématu na obr. 44. Tranzistory  $T_2$  a  $T_3$  regulují proud tak, aby byl na výstupu stálý, konstantní. To znamená, že při odpojené nabíjené baterii B můžeme zatěžovat výstup od zkratu až do doby, než se na zatěžovacím rezistoru vytvoří úbytek asi +15 V. V této oblasti bude zátěž protékat stále stejný proud. Ten je určen nastavením rezistoru  $R_7$ . Úbytek na  $R_7$  se srovnává s napětím na svítící diodě  $D_3$ , které je v podstatě konstantní. Oba tranzistory se pak přivírají a otevírají tak, že se výstupní proud nemění. Baterie B se však může nabíjet jen



Obr. 44. Samočinné dobíjení akumulátorů



Obr. 45. Návrh desky s plošnými spoji zapojení z obr. 44 (deska Z 212)

tehdy, je-li tranzistor  $T_1$  otevřený. Tranzistor  $T_1$  se otevírá napětím, které je určeno výstupním napětím operačního zesilovače. Při nabíjení musí být napětí  $U_2$  na neinverující vstupu operačního zesilovače větší, než napětí na invertující vstupu. Výstupní napětí operačního zesilovače je pak blízké napájecímu napětí, tranzistor  $T_1$  se tímto kladným napětím přivedeným na bázi otevře a svítivou diodou teče proud asi 10 mA. Na diodě se vytvoří konstantní úbytek napětí, nutný pro činnost proudového zdroje tvořeného tranzistorem  $T_2$  a  $T_3$  a zároveň svit této diody indikuje činnost (nabíjení).

Při nabíjení baterie se její napětí zvětšuje. Úměrně tomu se zvětšuje i napětí na invertující vstupu operačního zesilovače OZ. Jakmile toto napětí bude větší než napětí na neinverující vstupu nastavené trimrem  $R_2$ , operační zesilovač se zachová jako komparátor úrovně napětí na svých vstupech a „překlopí se“. Na jeho výstupu se skokem změní napětí z velkého kladného téměř na nulu. Následně se uzavře tranzistor  $T_1$ , tím se přeruší záporné napětí do báze  $T_2$  a oba tranzistory  $T_2$  i  $T_3$  se také uzavrou. Svítivá dioda  $D_3$  přestane svítit a přeruší se nabíjecí proud do nabíjených akumulátorů B. Překlápění napětí operačního zesilovače, tedy úroveň napětí, při kterém se akumulátory přestanou dobíjet, se nastavuje potenciometrem  $R_2$ .

Co říci ke konstrukci přístroje? Odběr proudu je malý, řádu stovek mA, takže stačí i velmi malý síťový transformátor (kolem 10 W). Z toho plyne, že usměrňovací blok diod  $D_4$  až  $D_7$  není nijak zvlášť proudově ani napěťově namáhán a lze prakticky použít jakékoli křemíkové diody bez chladičů.

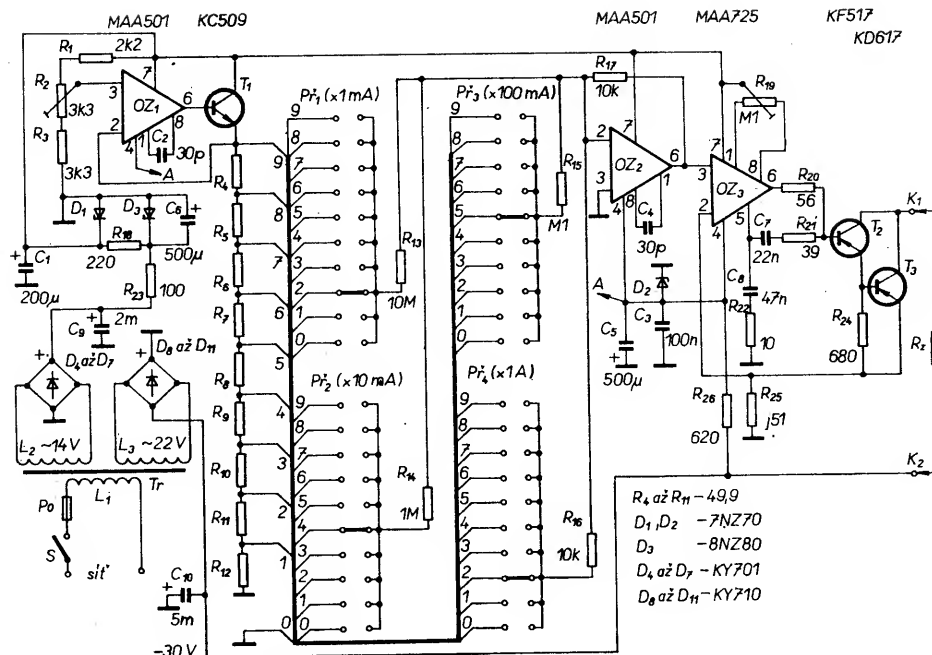
Závěrem bych chtěl upozornit, že tento typ napájecího zdroje je vhodný i pro případné dobíjení běžných burelových článků. Jak známo z odborné literatury, burelové články a baterie lze také dobíjet, čímž se dosahuje poměrně dobrých ekonomických výsledků (poměr mezi cenou a dobou používání se zmenšuje).

Možné uspořádání součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 45.

### Etalonový zdroj konstantního proudu

Popisovaný zdroj konstantního proudu je všeobecně použitelné zařízení. Výstupní napětí je omezeno asi na 30 V, jeho vnitřní odpor se blíží nekonečnu a do libovolné zátěže dává proud, který si můžeme ve čtyřech dekadách digitálně nastavit v rozmezí 0,001 až 9,999 A. Přesnost nastavení proudu je asi 3 %. Zdroje tohoto typu jsou vhodné např. pro měření dovolených napětí na přechodech polovodičových součástek v nepropustném směru a saturačních napětí v propustném směru. Zdroje konstantního proudu se s oblibou používají jako nabíječe akumulátorů, takto přesný zdroj proudu se hodí pro určování a měření kapacity akumulátoru. Ve spojení s voltmetrem můžeme přímo měřit odpor jako úbytek napětí při předem nastaveném proudu. Stejným způsobem můžeme oceňovat voltmetr jako teploměr, napájíme-li termistor konstantním proudem. Pracovní rozsah zdroje je omezen výstupním napětím. Konstantní proud lze však nastavit do zkratu a do měnící se zátěže  $R_z$  jen do té doby, dokud úbytek na odporu zátěže  $R_z$  nedosáhne napětí 30 V.

Nyní popis funkce zařízení podle schématu na obr. 46. Napájení je ze sítě 220 V přes



Obr. 46. Etalonový zdroj konstantního proudu

spínač a trubičkovou pojistku. Síťový transformátor má dvě oddělená sekundární vinutí,  $L_2$  a  $L_3$ . Obě napájecí větve mají své usměrňovací diody a filtrační kondenzátory, takže přístroj má prakticky dvě nezávislá vnitřní napětí – kladné a záporné. Kladná větve – vinutí  $L_2$ , usměrňovací blok diod  $D_4$  až  $D_7$  filtrace kondenzátorem  $C_9$  – na kondenzátoru je napětí téměř +20 V. Následuje dvojí stabilizace dvěma za sebou spojenými Zenerovými diodami  $D_1$  a  $D_3$ . Na filtračním kondenzátoru  $C_1$  dostaneme kladné napájecí napětí pro operační zesilovač a vnitřní referenční zdroj (asi +15 V), přesná velikost napětí je dána Zenerovým napětím diody  $D_1$ .

Vinutí  $L_3$ , tedy kladná větve vnitřního napájení má odběr proudu řádu stovek miliamperů. Používá menší usměrňovací diody a tenčí vodič na cínce  $L_3$ . Záporná větve je napájena ze sekundárního vinutí  $L_3$ , usměrňovací blok diod  $D_8$  až  $D_{11}$  musí být dimenzován na plnou proudovou zátěž zdroje, tj. asi 10 A. Na filtračním kondenzátoru  $C_{10}$  dostaneme záporné napětí asi 30 V, které je přímo spojeno s výstupní svorkou  $K_2$ . Dodatečná filtrace kondenzátory  $C_3$  a  $C_5$  a stabilizace Zenerovou diodou  $D_2$  slouží pouze pro napájení (záporným napětím) všech tří operačních zesilovačů (spojené vývody 7).

Operační zesilovač  $OZ_1$  s tranzistorem  $T_1$  představují zdroj referenčního napětí. Na oba prvky lze se dívat jako na jeden člen, neboť stabilitu určuje zpětná vazba z emitoru  $T_1$  na vstup 2  $OZ_1$ . Velikost napětí určuje polohu běžce odporového trimru  $R_2$ . Na emitoru tranzistoru bude tedy vnitřní referenční napětí  $U_0$ , na které je připojen dělič složený z devíti přesných rezistorů  $R_4$  až  $R_{12}$  s odporem 49,9  $\Omega$ . Na jednotlivých uzlech děliče pak budou napětí od  $U_0$  před 8/9  $U_0$ , 7/9  $U_0$  atd. až 0 V.

Operační zesilovač  $OZ_2$ , který má na vstupu 2 čtyři dekadické přepínače  $P_1$  až  $P_4$ , pracuje jako sumátor. Napětí ze sběrače  $P_1$  je na výstupu 6  $OZ_2$  zesílené (nebo spíše zeslabené) v poměru odporu rezistorů  $R_{17}/R_{13}$ . Analogicky ze sběrače  $P_2$  se napětí na výstupu 6  $OZ_2$  projeví v poměru  $R_{17}/R_{14}$ . Proto je možno na výstupu 6 operačního zesilovače  $OZ_2$  čtyřmi dekadickými přepína-

či  $P_1$  až  $P_4$  nastavit libovolné napětí od 0 do 1,111  $U_0$  po skocích 0,001  $U_0$ . Výstupní napětí v bodě 6  $OZ_2$  můžeme vyjádřit vztahem

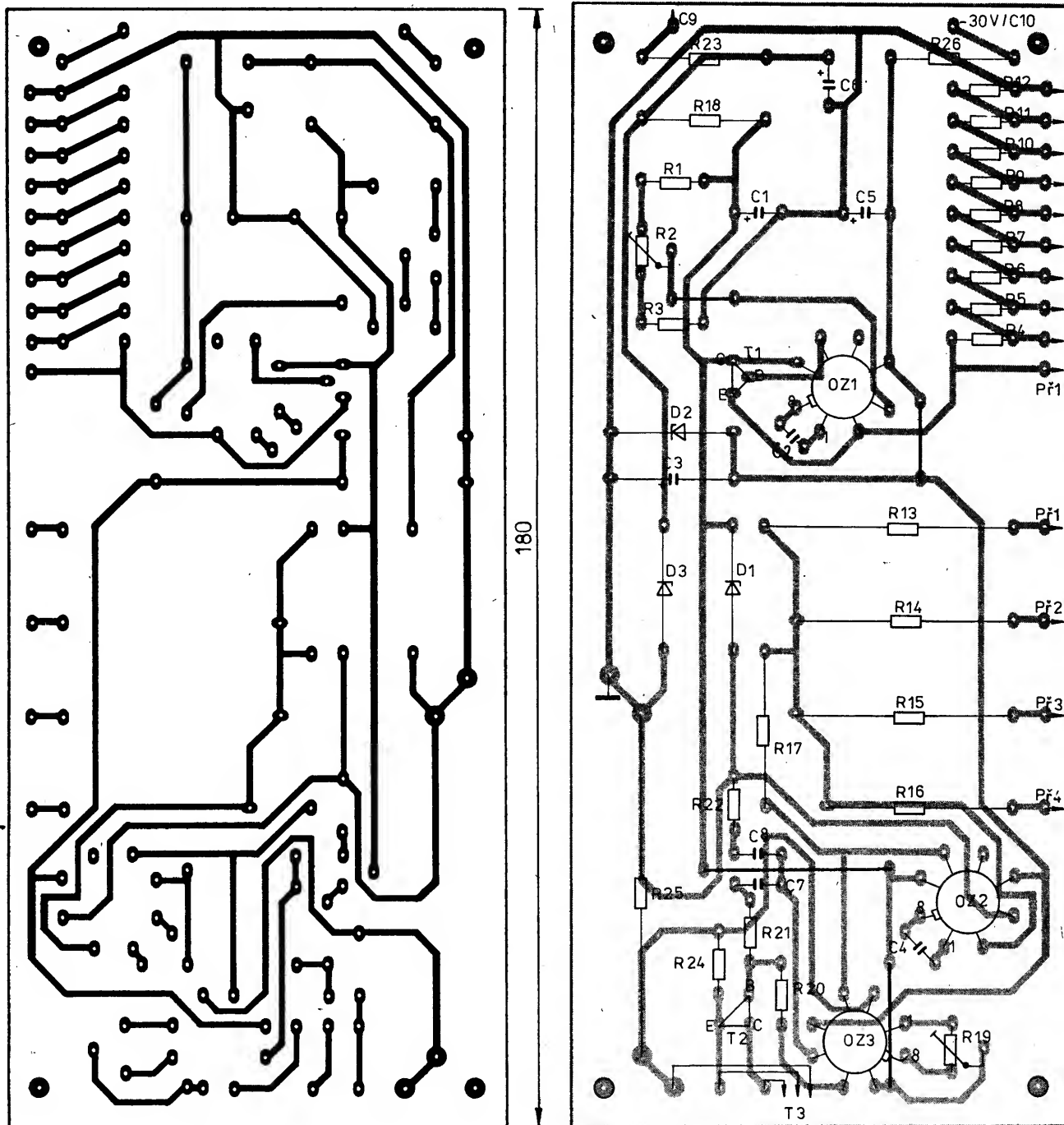
$$U = K_1 U_0/9 + K_2 U_0/90 + K_3 U_0/900 + K_4 U_0/9000,$$

kde  $K_1$  až  $K_4$  jsou koeficienty nastavení přepínačů  $P_1$  až  $P_4$  (0, 1, 2, 3 až 9).

Operační zesilovač  $OZ_3$  s výstupními tranzistorem  $T_2$  a  $T_3$  tvoří vlastní proudový zdroj. Podstata regulace proudu je jednoduchá. Na přesném rezistoru  $R_{25}$  s odporem 0,51  $\Omega$  vzniká při připojení zatěžovacího rezistoru  $R_z$  úbytek napětí. Ten se zavádí do invertujícího vstupu 2 operačního zesilovače. Do neinverujícího vstupu je přiváděno referenční napětí z předchozího stupně, tedy ze sumátoru. Protože se obě napětí na vstupech porovnávají na stejnou úroveň, otevrou se tranzistory  $T_2$  a  $T_3$  jen tolik, aby úbytek napětí na referenčním rezistoru  $R_{25}$  byl stejný jako je přiváděné nastavitelné referenční napětí. To znamená, že i při měnícím se rezistoru  $R_z$ , který představuje vnější zátěž zdroje, pracuje regulace tak, že svorkami  $K_1$  a  $K_2$  protéká stále stejný (konstantní) proud. Jeho velikost můžeme digitálně, po skocích nastavit dekadickými přepínači.

Z praktických zkušeností lze říci, že vzhledem k použitým součástkám (zejména tranzistoru  $T_3$ , ale i  $T_2$ ) lze zdroj trvale provozovat do zatížení 5 A. V rozsahu 5 až 10 A je tranzistor  $T_3$  již přetížen. Je si třeba uvědomit, že např. při rozsahu 9,999 A a zkratu na výstupu se tranzistor  $T_3$  zatěžuje výkonem 300 W. Takže ten, kdo bude potřebovat provozovat tento zdroj v mezích pracovních podmínek a při velkých proudech, musí zvolit tranzistor s příslušným chladičem tak, aby vydržel výkon větší než 300 W.

Příklad návrhu desky s plošnými spoji je na obr. 47. Na desce není umístěn tranzistor  $T_3$ , u něhož se počítá s umístěním na chladiči.



Obr. 47. Návrh desky s plošnými spoji zapojení z obr. 46 (deska Z 213)

### Diskrétní tyristorový regulátor výkonu

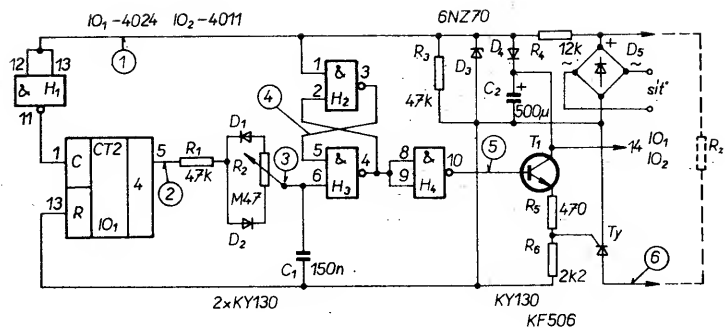
Popisované zapojení pracuje jako tyristorový regulátor, u něhož se proud zátěží řídí natočením hřídele potenciometru. Většina tyristorových regulátorů pracuje na fázovém principu, kdy se tyristor otevírá během každé půlperiody průběhu síťového napětí. Regulace se provádí fázovým zpožděním otevření. Zátěží neprochází celá půlperioda, ale jen její část. Toto klasické tyristorové řízení má dvě zásadní nevýhody. První je špatná práce regulátoru při indukčních zátěžích, kdy fázový posuv řízeného proudu je vůči napětí, který tyristor ovládáme, posunut o více než je úhel otevření tyristoru. Druhou

nevýhodou je vznik velkého rušení, které je způsobeno množstvím parazitních signálů harmonických kmitočtů. Odrúšení nebývá snadné a mnohdy je i základním důvodem, proč nelze fázové řízení tyristoru vůbec používat.

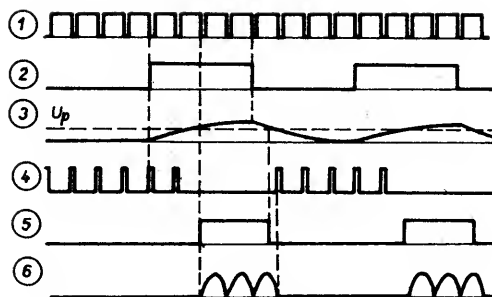
Popisovaný regulační obvod otevírá tyristor jen při průchodu řízeného síťového napětí nulou. Principem řízení je, že tyristor pustí do zátěže jen určitý počet celých půlperiod střídavého proudu. Pro ostatní půlperiody se zase na určitý okamžik uzavře. Zátěží tedy prochází proud při „plném“ napětí a výkon se reguluje pouze poměrem počtu propuštěných a nepropuštěných půlperiod obvodem tyristoru. Jde o regulaci výkonu nespojitou, vhodnou jen pro některá použití. Prodlevy obvykle nevádí tam, kde má zátěž určitou setrvačnost, tj. u topných těles, motorů se setrvačnickem, nabíječů akumulátorů. Naopak časové prodlevy způsobují nepříjemné

poblikávání světla, pokud regulujeme proud do žárovek apod. Největší výhodou je, že regulátor nepotřebuje žádné odrúšovací členy, obvody filtrace apod.

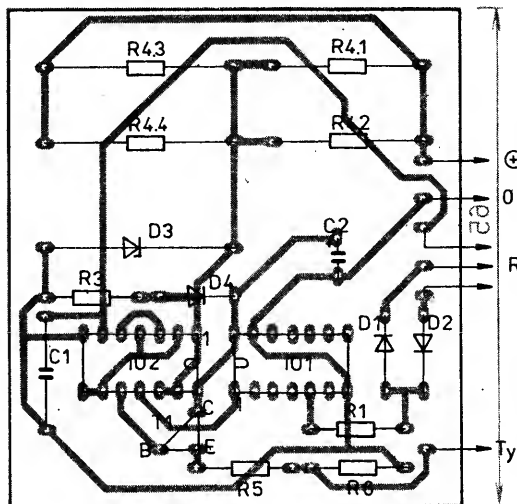
Princip činnosti si vysvětlíme na schématu zapojení na obr. 48. Regulace je nespojitá, diskretní. Počet stupeň regulace je možno měnit přepojením vývodů čítače na čtyři, osm nebo šestnáct, s diskretností od 6,25 do 25 %. Na schématu je nakresleno zapojení s osmi stupni. Průběhy napětí v jednotlivých bodech schématu jsou označeny čísly 1 až 6 a jsou rozkresleny na jednotné časové ose na obr. 49. Z nich se činnost zapojení nejsnáze pochopí. Síťové impulsy, dvojcestně usměrněné a oříznuté Zenerovou diodou na úroveň +12 V jsou v bodě 1. Tyto impulsy se hradlem  $H_1$  pouze negují a přicházejí na vstup 1 integrovaného obvodu IO<sub>1</sub> typu 4024, což je sedmibitový čítač. Zde se vydělí v poměru 1:8, tj. na opakovací kmitočty



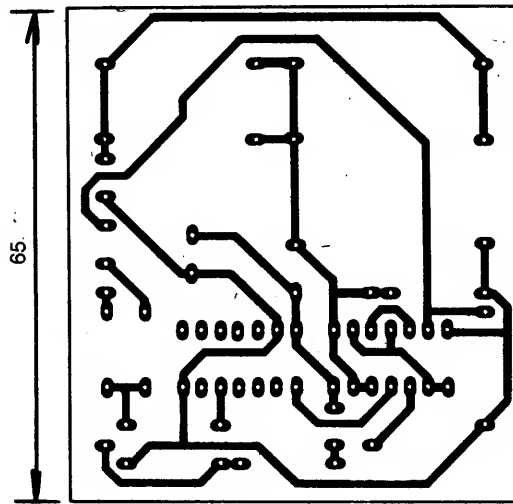
Obr. 48. Diskrétní tyristorový regulátor



Obr. 49. Průběhy napětí v jednotlivých bodech tyristorového regulátoru



Obr. 50. Deska s plošnými spoji pro tyristorový regulátor (deska Z 214)



### Jiný typ nespojitého tyristorového regulátoru

Pro některé aplikace tyristorové nebo triakové regulace nemusíme používat tradiční fázovou regulaci, můžeme do zátěže pouštět jen některé periody střídavého proudu a pro některé necháme tyristor zavřený. Například při regulaci na 50 % pustíme do zátěže jen každou druhou půlperiodu střídavého proudu, při regulaci 10 % jen každou desátou apod. Samozřejmě je, že tento typ regulace lze použít především (nebo pouze) tam, kde účinky střídavého proudu v regulované zátěži mají dostatečnou setrvačnost. Vhodné jsou např. všechna topidla apod., nevhodný je tento způsob třeba pro regulaci svícení.

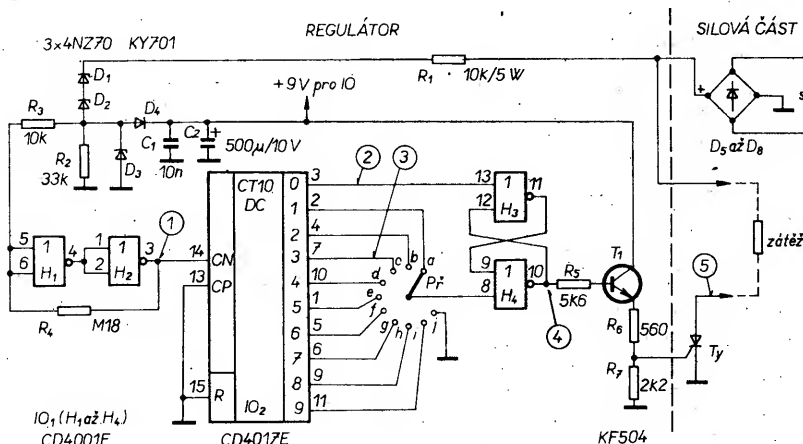
Činnost regulátoru si vysvětlíme nejlépe podle skutečného schématu na obr. 51. Dvojitě usměrněné střídavé napětí na výstupu můstkového usměrňovače, určené pro napájení zátěže, použijeme zároveň pro regulátor. Přes omezovací pětivátný rezistor  $R_1$  a dvě Zenerovy diody  $D_1$  a  $D_2$  dostaneme na třetí Zenerově diodě  $D_3$  napětí +9 V.  $D_4$  je v podstatě pouze oddělovací dioda, která má ke katodě připojené filtrační kondenzátory  $C_1$  a  $C_2$  – z tohoto bodu se napájejí oba integrované obvody  $IO_1$  a  $IO_2$  i kolektor tranzistoru  $T_1$ .

Hradla  $H_1$  a  $H_2$  (CMOS NOR) pracují jako tvarovací obvod pravouhlého napětí, vytvořeného z půlperiod střídavého síťového napětí na Zenerově diodě  $D_3$ .  $IO_2$  je dekadický čítač a budič displeje s výstupy 0 až 9.

12,5 Hz. Výstup čítače je na obr. 49 označen jako 2. Zároveň upravené síťové impulsy překlápějí obvod R-S, tvořený hradly  $H_2$  a  $H_3$ . Klíčovým místem pro regulaci je úroveň stejnosměrného napětí na vstupu 6 hradla  $H_3$ , znázorněná v grafickém vyjádření průběhem 3. Kondenzátor  $C_1$  s rezistory  $R_1$  a  $R_2$  pracuje jako integrační člen. Kondenzátor  $C_1$  se plynule nabíjí přes uvedené rezistory ve chvíli, kdy se na vývodu 5 čítače  $IO_1$  objeví úroveň log. 1. Je-li na vývodu čítače log. 0, kondenzátor  $C_1$  se se stejnou časovou konstantou přes stejné rezistory vybíjí. Diody  $D_1$  a  $D_2$  plní činnost oddělovacích členů. Úroveň napětí na kondenzátoru  $C_1$  se řídí činnost obvodu R-S, překlápěného síťovým impulsním napětím. Za invertorem, tvořeným hradlem  $H_4$ , dostaneme průběh 5, což je šířkově modulovaný impuls, vždy synchronizovaný s kmitočtem sítě tak, že hrana tohoto impulsu souhlasí s průchodem síťového napětí nulou. Šířku tohoto impulsu měníme natočením hřídele potenciometru  $R_2$ . Do zátěže  $R_z$  pak přichází tolik síťových půlperiod (6), kolik jich v časové ose odpovídá šířce impulsu na bázi tranzistoru  $T_1$ .

Jestliže bychom chtěli zmenšit počet regulačních stupňů na čtyři, pak rezistor  $R_1$  připojíme na vývod 2 čítače  $IO_1$  a kapacitu kondenzátoru zmenšíme na 80 pF. Naopak, je-li nutno zvětšit počet regulačních stupňů na šestnáct, je nutno  $C_1$  zvětšit na 250 nF a  $R_1$  připojit na vývod 10 čítače.

Příklad zapojení regulátoru na desce s plošnými spoji je na obr. 50. Rezistor  $R_4$  je složen ze 4 rezistorů (vzhledem k požadované výkonové ztrátě).

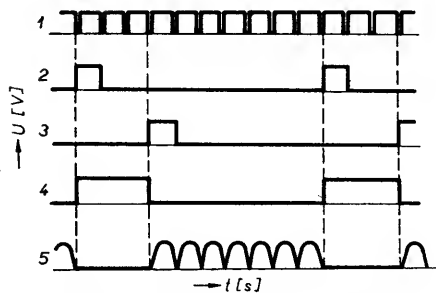


Obr. 51. Jiný tyristorový regulátor



Přepínáním Př volíme polohu a až i přepínače, kde poloha a představuje řízení 10 %, b 20 % až h 90 %. Při vyřazení čítače z provozu (v poloze i přepínače) procházejí zátěží všechny půlperiody a výkon je tedy 100 %.

Za přepínačem Př je připojen bistabilní klopný obvod z hradel H<sub>3</sub> a H<sub>4</sub>. Následuje pak již jen nutný oddělovací tranzistor, který přes R<sub>6</sub> spíná impulsy pro řízení tyristoru. IO<sub>1</sub> je čtyřnásobné dvojitvstupové hradlo NOR typ CD4001E (nebo např. SSSR K176LE5). IO<sub>2</sub> je dekadický čítač (a budič displeje) CD4017E (nebo MC14017 nebo SSSR K176IE8).



Obr. 52. Průběhy napětí v obvodu regulátoru

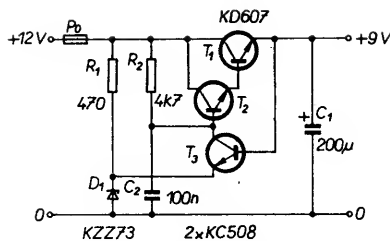
Průběhy napětí v bodech 1 až 5 jsou patrné z obr. 52. V bodě 1 je průběh pravého napětí za tvarovačem na vstupu čítače, v bodě 2 dostaneme každý desátý impuls určený pro překlápění bistabilního klopného obvodu. Bod 3 je zvolen náhodně pro regulaci 30 %. V bodě 4 jsou tvarované impulsy z bistabilního obvodu, které v podstatě určují dobu zapnutí tyristoru. V bodě 5 je průběh napětí na zátěži.

Druh diod D<sub>5</sub> až D<sub>8</sub> a tyristoru Ty určíme z velikosti zátěže. Regulátor by měl pracovat v širokém rozsahu (podle použitých tyristorů) možných zátěží, tj. měl by být co nejuniverzálnější.

Jaké jsou výhody popisovaného regulátoru? Většina nyní používaných tyristorových regulátorů je založena na fázovém řízení. Řídící impuls určený pro sepnutí tyristoru je zpožděn o 0 až  $\pi/2$  vůči počátku periody řízeného střídavého napětí. Změny proudu jsou způsobeny tím, že na zátěži není celý sinusový průběh, ale pouze jeho část, daná právě zpožděným sepnutím tyristoru. Tento známý a nejběžnější způsob tyristorového řízení má nevýhody, uvedené v předchozím článku. K tomu lze dodat jen jedno: Z potřeby spínat vždy co nejmenší proud by mnohdy bylo vhodné regulovat střídavé napětí už v primární části transformátoru. Indukční zátěž, způsobující posunutí proudu vůči napětí, i v tomto případě rozsah fázové řízené regulace omezuje. Shrneme-li pak výhody a nevýhody obou druhů regulace, zjistíme, že se popisovaná nespojitá regulace vyznačuje zejména podstatně menším rušením a schopností regulovat napětí i do indukčních zátěží.

### Napáječ 9 V k autobaterii

Mnohé bateriové spotřebiče, jako jsou rozhlasové přijímače, magnetofony i některé televizory, přehrávače atd. mívají napájecí napětí 9 V. Pokud je chceme použít např. v kempovacím přívěsu a máme k dispozici



Obr. 53. Náhrada napájecí baterie 9 V

napájecí napětí 12 V z autobaterie, potřebujeme zhotovit jednoduchý napáječ.

Je si třeba uvědomit, že palubní napětí odebírané z automobilu může kolísat od asi 10 V, kdy je akumulátor téměř vybitý, až po horní hranici téměř 15 V v době, kdy je spuštěný motor a alternátor (případně u starších typů automobilů dynamo) akumulátor nabíjí a my z něho paralelně odebíráme energii. Zapojení pracuje tak, že stabilizuje výstupní napětí. Jeho přesná úroveň je dána Zenerovým napětím referenční diody D<sub>1</sub>. Jinak je zapojení na obr. 53 jednoduché. Tranzistor T<sub>3</sub> je zapojen jako zesilovač chybového napětí. Oba tranzistory T<sub>1</sub> a T<sub>2</sub> jsou v tzv. Darlingtonově zapojení, které se používá k získání co největšího zesilovacího činitele. Kondenzátor C<sub>2</sub> jednak vyhlazuje případné vř. špičky na vstupu, jednak zamezuje kmitání napáječe.

Spotřebič na výstupu by neměl mít větší příkon než 50 W. Tranzistor T<sub>1</sub> bychom měli umístit na důkladný chladič o ploše alespoň 500 cm<sup>2</sup>. Pojistku Po volíme podle případného spotřebiče.

Pro většinu běžných použití toto zapojení vyhoví. Některé spotřebiče však vyžadují podle konkrétních poměrů přidat ještě další odrušovací členy. V takovém případě nejprve zvětšíme kapacitu kondenzátoru C<sub>1</sub>, případně přidáme ještě další vyhlazovací kondenzátor na vstup paralelně k R<sub>1</sub>D<sub>1</sub>.

### Měníč napětí 12 V/220 V

Většina měničů napětí pracuje s jinými kmitočty než 50 Hz. Nicméně celá řada spotřebičů je stavěna tak, že síťové napětí 220 V a kmitočet 50 Hz potřebují. Jde zejména o asynchronní motorky, elektrické hodiny a stopky, elektromechanická počítadla apod. Popisovaný měnič je určen pro malé spotřebiče do příkonu 10 až 15 W (jako jsou malé motorky, holicí strojky, zářivky s trubici 8 W, stroboskopy apod.). Vzhledem k tomu, že koncový stupeň tvořený tranzistory T<sub>2</sub> a T<sub>4</sub> (včetně transformátoru Tr) je předimenzován, lze za cenu zmenšení výstupního napětí měnič přetěžovat i trvale asi o 50 až 100 %.

V zásadě jde podle schématu na obr. 54 o generátor impulsů 100 Hz, tvořený levou

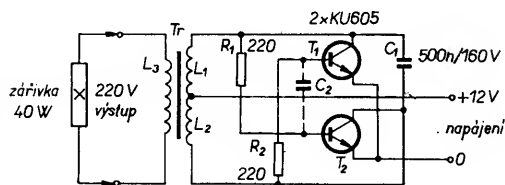
polovinou obvodu 4013. Velikost kmitočtu určují členy R<sub>1</sub>C<sub>1</sub> a R<sub>2</sub>C<sub>2</sub>. Integrovaný obvod 4013 je dvojitý klopný obvod se vstupy SET a RESET typu CMOS. IO má napájení +12 V na vývodu 14 (viz schéma), které je ještě dodatečně filtrováno kondenzátory C<sub>1</sub> a C<sub>2</sub>. Při napájení nestabilizovaným napětím +12 V má výstupní kmitočet měniče stabilitu asi 5 % v prostředí běžné pokojové teploty. Druhá, pravá část obvodu 4013 pracuje jako tvarovač impulsů. Na výstupech 12 a 13 lze odebrat kladné pravouhlé impulsy se střídou 1:1 ve vzájemné negaci a samozřejmě se stejným kmitočtem. To znamená, že tehdy, je-li na výstupu 12 kladný impuls, je na druhém výstupu 13 úroveň napětí log. 0 a samozřejmě, že v následujícím časovém okamžiku je tomu naopak.

Zapojení výkonového zesilovače je zcela souměrné. Horní část (T<sub>1</sub> a T<sub>3</sub>) je zcela totožná se spodní částí (T<sub>2</sub> a T<sub>4</sub>). První tranzistor je pouze budič, pak následuje výkonový člen. Výkonové tranzistory T<sub>3</sub> a T<sub>4</sub> je nutno umístit na dvou oddělených chladičích. Při kontrole funkce doporučuji se převěřit, zda se nejen plně zavírají, ale zejména otevírají až do plné saturace. Tranzistory T<sub>3</sub> a T<sub>4</sub> pouštějí impulsy do primárního vinutí transformátoru Tr, tj. vinutí L<sub>1</sub> a L<sub>2</sub> střídavě. Odběr proudu ze zdroje, kterým by měl být olověný automobilový akumulátor, je asi 2,5 A. Tento proud je v podstatě určen odběrem koncového stupně, protože odběr proudu pro IO na svorce 14 je vůči této velikosti zanedbatelný.

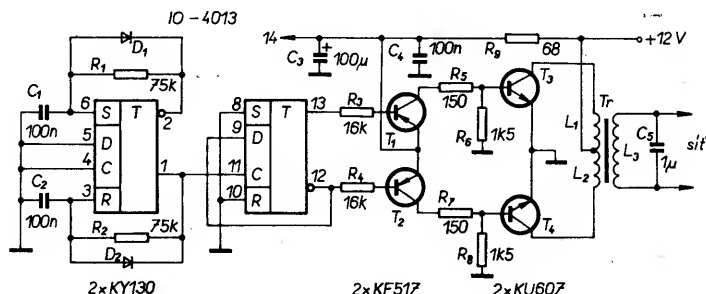
Transformátor Tr je nutno vzhledem k stejnosměrnému sycení primárních vinutí předimenzovat. Jeho navrhované údaje: plechy EI 32 × 32, skládat střídavě bez vzduchové mezery. Převod 1 : 20 a 5,2 z/V. Cívky L<sub>1</sub> = L<sub>2</sub> 65 závitů drátu o Ø 1 mm CuL, L<sub>3</sub> = 1300 závitů drátu o Ø 0,3 mm CuL. Všechny rezistory jsou výkonové dimenzovány na 0,25 W, výjimku tvoří R<sub>9</sub>, který by měl být na 0,5 W. Všechny kondenzátory jsou na napětí +15 V, výjimku tvoří C<sub>5</sub>, který musí být neelektrolytický, alespoň na 600 V (nejlépe v provedení MP).

### Napájení zářivky z automobilové baterie

Zářivka je dnes jedním z neúčinnějších zdrojů světla. Všimněte si, že zářivky se



Obr. 55. Napájení zářivky 40 W z akumulátoru 12 V



používají jako svítidla v prostředcích hromadné dopravy jako jsou autobusy, tramvaje, vlaky, metro apod. Některé automobilové firmy používají miniaturní zářivky i jako osvětlovací tělesa pro interiéry osobních automobilů. Se zářivkami se vyrábějí i přenosné svítidly. K tomu, abychom mohli zářivku napájet z baterie, musíme mít nebo zhotovit měnič napětí. Klasické měniče napětí, které používali ve svých zařízeních především vojáci, byly v minulosti obvykle elektromechanické. Šlo zejména o malé vibrátory, což je elektromechanické zařízení, které obsahovalo kmitající kontakty, podobné jako má elektrický zvonek. Kontakty přerušují stejnosměrný elektrický proud, mění jej na pulsní a ten je pak možné transformovat. Pro větší výkony se používaly a někde dodnes používají měniče rotační: Na jedné hřídeli je stejnosměrný motor a generátor, motor otáčí rotorem generátoru, který pak dodává potřebné napětí pro další spotřebiče. Dnešní moderní měniče mají kontakty, které spínají a přerušují stejnosměrný proud, nahrazeny tranzistory, případně tyristory.

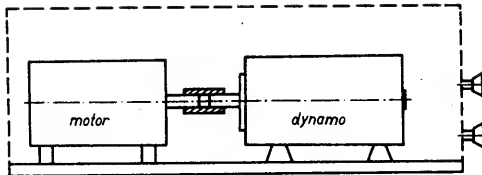
Měnič podle obr. 55 je určen pro zářivku 40 W, 220 V. Napájení z olověného automobilového akumulátoru jej předurčuje zejména k použití např. na chatě, kde nemáme přívod elektrické energie apod. Funkce je jednoduchá. Dva výkonové tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  pracují střídavě do dvou vinutí  $L_1$  a  $L_2$  v protitaktu. Kmitočet je asi 2500 Hz a je dán indukčností vinutí transformátoru a kapacitou kondenzátoru  $C_1$ . Nasazuje-li střídač špatné oscilace, je vhodné připojit mezi báze tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$  malý kondenzátor  $C_2$  s orientační kapacitou asi 68 nF. Podstatnou výhodou je, že zářivka vzhledem k použití kmitočtu nemusí mít ani startér ani tlumivku na kondenzátor. Napětí na sekundární straně transformátoru je nestabilizované, měkké. Naprázdno je výstupní napětí větší než jmenovité, při zapálení zářivky se však značně zmenší a při jejím plném rozsvícení se zvětší na velikost asi 180 V.

Oba tranzistory musíme upevnit na chladiče o ploše alespoň 400 cm<sup>2</sup>. Rezistory  $R_1$  a  $R_2$  volíme drátové, vhodný typ je např. TR 520. Transformátor Tr má jádro EI 32×32 mm. Primární vinutí  $L_1$  a  $L_2$  má 2×21 závitů drátu o  $\varnothing$  0,8 až 1 mm CuL.  $L_3$ , sekundární vinutí, je navinuto poslední: 750 závitů drátu o  $\varnothing$  0,4 mm.

### Svářečka z dynam

Jedním z mnoha způsobů, jak doma zhotovit jednoduchou elektrickou svářečku, je použít staré automobilové dynamo. Nové běžně neseženeme, neboť, jak známo, automobilový průmysl do všech motorových vozidel již montuje alternátory. Pro svářečku se hodí jakékoli dynamo, které má jmenovité napětí 24 nebo 48 V a výkon větší než 800 W. Taková dynamo mají nebo měly staré autobusy, nákladní automobily, vlakové soupravy, traktory, stavební a zemědělské stroje apod.

Náš návod je nekonkrétní v tom, že nepředepisuje určitý typ příslušného dynamu ani určitý typ elektromotoru. Nová dynamo se již nevyrábějí a na typu elektromotoru příliš nezáleží. Popisovaný princip regulace svářecího proudu je prakticky pro všechna dynamo univerzální. Sehnat staré, vyřazené dynamo by neměl být problém. Dynamu musíme rozebrat, vyčistit. Dobře prohlédnout ložiska, nejprve je vymýt, pak namazat, případně vyměnit. Téměř vždy je nutné osoustružit

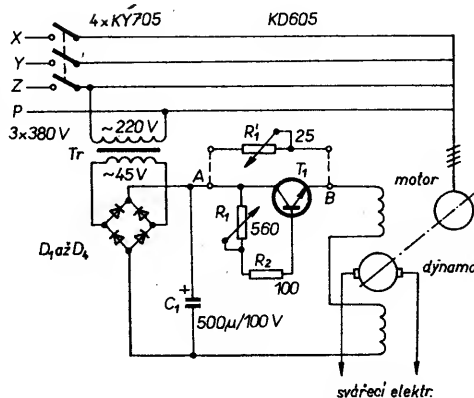


kolektor a vyměnit uhlíky. Vývody z uhlíků vyvedeme na vnější svorky svářečky a na ně připojíme svářecí kabely. Záporný pól použijeme pro uzemnění, kladný pro svářecí klešť. Budící vinutí odpojíme a vyvedeme zvlášť. Při sváření budeme do tohoto vinutí použít budící proud a jeho velikostí regulovat velikost svářecího proudu. Teoreticky lze svářecí proud ještě regulovat rychlostí otáčení, což je ovšem složitější.

V obvyklé amatérské konstrukci postupujeme takto: Vždy musíme vyjít od konkrétního typu dynamu. K němu pak musíme sehnat vhodný motor. Nejjednodušší a nejlevnější jsou pro tento účel třífázové asynchronní motory s kotvou nakrátko. Z hlediska příkonu by měl být motor alespoň o 25 % „silnější“ než dynamo. Jmenovité rychlosti otáčení obou strojů by měly být pokud možno shodné. Třífázové asynchronní motory mají standardní řadu rychlosti otáčení danou počtem pólů; přesná rychlost otáčení je menší jen o skluz vůči točivému elektrickému poli, jehož synchronní kmitočet je dán kmitočtem střídavého napájecího napětí. Dvojčíslové stroje mají 3000 ot/min, čtyřpólové 1500 ot/min, šestipólové 1000 ot/min a osmipólové 750 ot/min., samozřejmě, že „otáček“ ideálních synchronních bez skluzu. Takže máme-li k dispozici např. běžné autobusové dynamo 800 W, 24 V, 1450 ot/min, volíme k němu čtyřpólový motor o příkonu větším než 1 kW. Konkrétně v tomto případě je vhodný typ MEZ AP90-4.

Mechanicky motor i dynamo upevníme na desku tak, aby hřídele obou strojů byly na stejné ose otáčení a spojíme je vzájemně spojku (obr. 56). Hnací motor napájíme ze sítě přes spínač, pojistky nebo motorový jistič, případně přidáme nadproudovou ochranu. Pro regulaci budícího proudu dynamu si postavíme regulovaný zdroj podle schématu na obr. 57. Střídavé síťové napětí je nutno nejprve transformovat. Potřebný transformátor Tr, pokud neseženeme typový, musíme navinout. Použijeme plechy EI 32×32 mm. Převod je 220 V/45 V (lze použít i 380 V/45 V). Primární vinutí má 950 závitů drátu o  $\varnothing$  0,45 mm CuL, sekundární 200 závitů drátu o  $\varnothing$  0,9 mm. Transformované napětí se běžně dvojnásobně usměrňuje čtyřmi diodami  $D_1$  až  $D_4$ . Vyhlašovaci kondenzátor  $C_1$  musí být minimálně na napětí 100 V. Způsob regulace může být dvojitý. Lze použít  $R_1$ , zapojený jako reostat, dimenzovaný na proudové zatížení asi 2 A (tj. 100 W). Pokud bychom jej chtěli vyrábět, potřebujeme odporový drát kanthal o  $\varnothing$  0,6 mm s měrným odporem 4,76  $\Omega$ /m. Tato varianta předpokládá, že mezi svorkami A–B je zapojen jako regulační člen proměnný rezistor (reostat) s odporem 5 až 25  $\Omega$ . Druhým řešením je prožit regulační tranzistor  $T_1$  a proud regulovat běžným drátovým potenciometrem 560  $\Omega$ /1 W. Tranzistor musí být samozřejmě upevněn na dostatečně dimenzovaném chladiči. Regulovaný proud pak zavedeme do budícího vinutí dynamu. Princip je stejný, ať má dynamo jedno nebo dvě budící vinutí.

Obr. 56. Svářečka z dynamu, mechanické uspořádání (schematicky)



Obr. 57. Elektrické zapojení svářečky

### Termoelektrické články

Jedním ze zdrojů elektrické energie jsou termoelektrické články. Stýkají-li se dva různé kovy, vzniká mezi nimi rozdíl potenciálů. Závislost potenciálního rozdílu na teplotě má za následek, že v uzavřeném obvodu, složeném ze dvou různých vodičů, protéká proud, nemají-li obě styčná místa stejnou teplotu. Tento proud však nepředstavuje žádné „perpetuum mobile“, protože ve styčných místech nastávají ekvivalentní změny teploty a sice tak, že působí k vyrovnání teplot: chladnější místo se ohřívá a naopak teplejší ochlazuje. Je třeba dodat, že podobné děje probíhají i v těmže vodiči mezi úseky různé teploty.

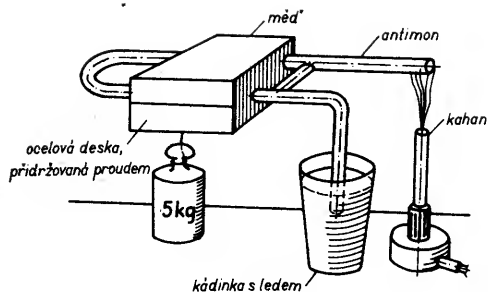
Kombinace dvou vodičů, jichž spoje se zpravidla úmyslně na jedné straně zahřívají a na druhé chladí, představuje termoelektrický článek, nebo prostě termočlánek. Termoelektrická síla takového článku se dá pro určitou dvojici vyjádřit empirickým vzorcem  $E = \alpha(T - T_0) + \beta/2(T - T_0)^2$ , kde  $\alpha$  a  $\beta$  jsou konstanty, které pro příklad udává v mikrovolttech (vztahy k Pb) tato tabulka:

|          | Fe      | Ag      | Cu      |
|----------|---------|---------|---------|
| $\alpha$ | + 17,15 | + 2,12  | + 1,34  |
| $\beta$  | + 0,048 | + 0,015 | + 0,009 |
|          | Pb      | Pt      | Ni      |
| $\alpha$ | 0,0     | - 0,60  | - 21,8  |
| $\beta$  | 0,0     | - 0,011 | - 0,051 |

$T$  a  $T_0$  je teplota ve  $^{\circ}\text{C}$ ,  $E$  je elektromotorická síla ve  $\text{V}$ .

Ze vzorce je zřejmé, že maximální potenciální rozdíl nastává pro každý „termopár“ při určité teplotě, po níž opět klesá k nule.

Pro malé teplotní rozdíly můžeme předpokládat, že je vznikající napětí (tj. rozdíl potenciálů) téměř úměrné rozdílu teplot a můžeme je zhruba vypočítat z následující řady tak, že rozdíl napětí udaného v závorce v mikrovolttech pro rozdíl teplot 1  $^{\circ}\text{C}$  násobíme příslušným teplotním rozdílem: selen (850), anti-



Obr. 58. Fyzikální pokus

mon (100), železo (83), mosaz (76), cín (73), měď (72), stříbro (72), platina s 10 % rhodia (71), zlato (71), zinek (71), olovo (69), rtuť (65), platina (65), nikl (61), konstantan (30), vizmut (0).

Tyto údaje považujeme za velmi přibližnou, protože uvedené hodnoty se podstatně mění nepatrným množstvím cizích příměsí v základním kovu. Je dále zřejmé, že elektromotorická síla termoelektriků je poměrně nepatrná.

Protože termoelektrik vytvořený ze spojení dvou kovů má malý vnitřní odpor, je schopen dávat při malém napětí i velký proud. Známy je fyzikální pokus, při němž se zahřívá jediný závit antimonu, zkratovaný měděným pásem, plynovým kahanem. Zkratový proud v tomto obvodu stačí udržet závaží 5 kg (obr. 58).

Zajímavé praktické využití termoelektrického jevu navrhli v padesátých letech technici závodu Elektronika. Dodávali radiopřijímač RODINA 52 se zajímavým napájecím zdrojem, tvořeným petrolejovou lampou, která měla místo stínítka termoelektrik.

Jak ukazuje připojený obrázek (obr. 59), vypadá celé zařízení jako vějířovité stínítko. Na lampový cylindr je navlečen hliníkový váleček (hliník je lehký a současně výborně vede teplo), obklopený tenkou vrstvou slidy. Ke slidě přiléhají zahřívající části termoelektriků. To, co vidíme na obrázku, jsou jen chladiče žebra, opět hliníková, jejich vnitřní plochy se dotýkají termoelektriků druhou stranou. Všechny články jsou spojeny za sebou a jak je z obrázku vidět, mají na prvním a posledním článku vývody.

Vnitřní zahřívání petrolejovou lampou a vnější chlazení osmadvaceti hliníkovými žebry dovoluje dosáhnout rozdílu teplot až 300 °C, čímž vzniká na vývodech termoelektriků napětí 1 až 2 V.

Část takto získaného proudu sloužila pro žhavení elektronek přijímače. Druhá část je vedena do vibračního měniče. Je to v podstatě transformátor, v jehož primárním obvodu se přerušuje proud (na principu Wagnerova kladívka). Sekundární obvod pak dává přiměřeně větší střídavé napětí, v daném případě 100 až 120 V, které se po usměrnění používá k napájení anod elektronek.

Přijímač „Rodina 52“ se do Československa nikdy nedovážel. Ten, kdo jej dnes vlastní, má cenou technickou raritu. Nástupem tranzistorů nejsou takovéto konstrukce potřeba, neboť baterie vydrží v rozhlasovém přijímači relativně dlouhou dobu.

V praxi se termoelektrik používají většinou pouze k měřicím účelům. Vyrábějí se tzv. termokříže a termoelektrik pro měření teploty.

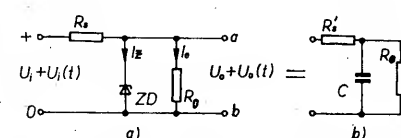
Průběh výstupního napětí v závislosti na teplotě je téměř lineární a pro mnohá použití v rozmezí teplot od 500 do 1500 °C jsou zatím termoelektrik nenahraditelné.

Termoelektrik pro přímou přeměnu tepla na elektrickou energii se pro velice malou energetickou účinnost vůbec nepoužívají. Je však možné, že se po některých objevech v oblasti zejména supravodivých látek účinnost termoelektriků zvětší a my se k termoelektrickým článkům jako zdrojům elektrické energie vrátíme.

### Zenerovy diody a tranzistory jako vyhlazovací členy

Amatéri se obvykle snaží při stavbě jakéhokoliv zařízení s co nejmenším množstvím vynaložených prostředků dosáhnout co nejlepších výsledků. Za málo peněz hodně muziky, tak charakterizuje tuto snahu lidové přísloví. Proto se mnozí při stavbě napájecích zdrojů spokojí s pouhým usměrněním a filtrací. Stabilizaci, byť jednoduchou, považují za přepych, který má oprávnění jen tehdy, je-li nezbytně nutná pro funkci napájecího přístroje. Jen velmi málo se ví, že Zenerova dioda i tranzistor, zapojený jako sériový regulační člen, mají tak velké filtrační účinky, že nahradí velké, dnes cenově drahé filtrační kondenzátory.

Pochopitelně, to, co jsem uvedl, platí s jistými omezeními pouze v určité oblasti velmi hrubě ohraničenými napětím od 5 do 50 V a při odběru proudu do 1 A. Lze také upozornit na celosvětový trend vývoje cen elektronických součástek; ceny polovodičů, tj. v našem případě diod a tranzistorů, překvapivě klesají, ceny ostatních součástek, zde kondenzátorů, zůstávají po mnoho let stejné nebo mírně stoupají. Zenerova dioda ZD v zapojení podle obr. 60 má známé stabilizační účinky, což je poměr změny vstupního napětí  $\Delta U_i$  k relativní změně výstupního napětí  $\Delta U_o$ . Má-li Zenerova dioda vnitřní dynamický odpor  $r_z$ , je změna výstupního napětí



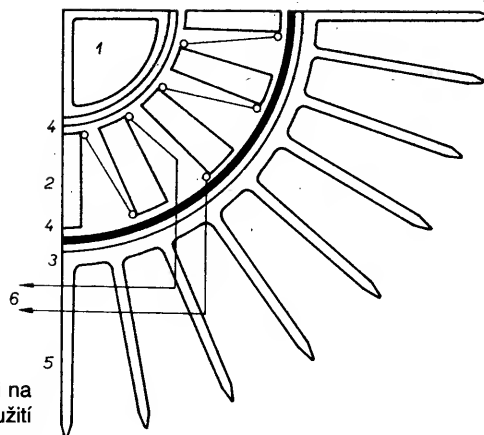
Obr. 60. Základní zapojení Zenerovy diody jako vyhlazovacího členu (a) a náhradní schéma obvodu (b)

začnící účinky, což je poměr změny vstupního napětí  $\Delta U_i$  k relativní změně výstupního napětí  $\Delta U_o$ . Má-li Zenerova dioda vnitřní dynamický odpor  $r_z$ , je změna výstupního napětí

$$\Delta U_o = \Delta U_i \frac{r_z}{R_z + r_z},$$

z čehož stabilizační činitel

$$S_u = \frac{U_o}{U_i} (1 + \frac{R_z}{r_z});$$



Obr. 59. Generátor z termoelektrických článků; komora s horkými plyny – 1, termoelektrik zapojené v sérii – 2, vnější hliníkový obal – 3, tenká slídová izolace – 4, hliníkový chladič – 5, elektrický vývod – 6

odpor  $R_s$  se stanoví ze vztahu  $\frac{U_i - U_o}{|I_z|}$

což jsou běžné vztahy pro výpočet stabilizačních účinků. Je si třeba uvědomit, že většinou na vstupu stabilizačního členu není pouze stejnosměrné napětí  $U_i$ , ale i střídavá složka  $U_i(t)$ .

Analogicky potom na výstupu je nejen stejnosměrné napětí  $U_o$ , ale i střídavá složka  $U_o(t)$ . Jelikož dioda stabilizuje a zmenšuje poměr  $\Delta U_i$  k poměru  $\Delta U_o$ , potlačuje ve stejném poměru i střídavé složky. Potom vyhlazovací činitel

$$F = \frac{U_i(t)}{U_o(t)} = \frac{r_z}{R_s}$$

platí-li, že  $r_z$  je mnohem větší než  $R_s$ . Porovnáme-li tento vztah se vztahem pro vyhlazovací činitel náhradního obvodu (obr. 60b)

$$F = \frac{1}{\omega C R_s},$$

vyplývá z toho, že Zenerova dioda se chová jako kondenzátor s kapacitou

$$C = \frac{10^6}{2\pi f r_z} \quad [\mu F; Hz, \Omega];$$

např.: pro 50 Hz a  $r_z = 20 \Omega$  je

$$C = \frac{10^6}{314 \cdot 20} = 160 \mu F,$$

pro 50 Hz a  $r_z = 2 \Omega$  (což je též obvyklé) je již  $C = 1600 \mu F$ , pro 1 Hz a  $r_z = 20 \Omega$  je  $C = 8000 \mu F$ .

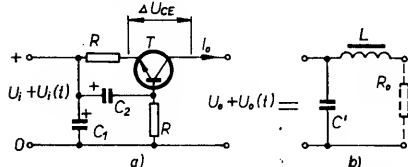
Podíváme-li se do deníku, co stojí kondenzátor, jistě se vyplatí Zenerovu diodu použít. Je však nutno upozornit na odlišné vlastnosti vyhlazovacího obvodu se Zenerovou diodou proti prostému vyhlazení kondenzátorem:

a) vyhlazovací obvod se Zenerovou diodou, jak plyne ze schématu, je nezávislý na kmitočtu, takže jeho výhodnost se se snižujícím se kmitočtem vůči prostému kondenzátoru výrazně zvětšuje. Pro kmitočty sítě je tato výhodnost již dostatečně výrazná;

b) Zenerova dioda přestane pracovat, jakmile se napětí zmenší k nule, což nastane, přivedeme-li na vstup impulsní stejnosměrný proud bez stejnosměrné složky. Jelikož dioda nemá žádnou setrvačnost, její dynamický odpor při náběžných hranách impulsů se prudce zvětší a celý vyhlazovací účinek bude rázem nulový. Z toho plyne, že i při použití Zenerovy diody se neobejdeme bez prvního vyhlazovacího kondenzátoru, připojeného ihned za usměrňovačem, na kterém se

vytvoří potřebná stejnosměrná složka napětí  $U_i$ .

Usměrněné napětí lze filtrovat i tranzistorem. V zásadě jde o trochu jiný případ než při filtraci Zenerovou diodou. Probereme si případ, kdy je tranzistor zapojen jako sériový regulační člen, což je obvyklé u mnohých typů tranzistorových stabilizátorů napětí. Takto zapojený tranzistor lze považovat vzhledem k výslednému efektu za indukčnost u vyhlazovacího filtru LC (obr. 61).



Obr. 61. Základní zapojení tranzistoru jako vyhlazovacího členu (a) a náhradní schéma obvodu (b)

Pro stejnosměrný proud má indukčnost malý odpor, pro střídavou složku stejnosměrného proudu velkou impedanci. V zásadě si tento jev můžeme představit tak, že tranzistor se otevírá úměrně napětí na bázi, které je filtrované, takže regulační člen má vlastně jiný odpor pro stejnosměrný proud, jiný pro střídavou složku.

Je-li dynamický odpor  $r$  pro střídavý proud určen poměrem

$$r = \frac{\Delta U_{CE}}{\Delta I_o} \quad [\Omega; V, A],$$

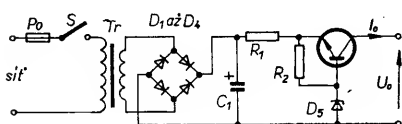
je ekvivalentní indukčnost L:

$$L = \frac{r}{\omega} \quad [H; \Omega, Hz]$$

kde  $\omega = 2\pi f$  a  $f$  je kmitočet střídavé složky napětí  $U_i$ .

V některých extrémních případech vychází náhradní indukčnost přímo neuvěřitelně velká. Např.: v literatuře V. M. Catuneanu: Polovodiče ve sdělovací technice, se uvádí příklad, kdy pro  $R_1 = 90 \Omega$ ,  $C_2 = 60 \mu F$ ,  $f = 100 \text{ Hz}$ ,  $U_o = 150 \text{ V}$  při odběru  $I_o = 50 \text{ mA}$  a při zvlnění na vstupu  $U_i = 8 \text{ V}$  je zvlnění na výstupu pouze  $0,04 \text{ V}$  při  $U_{CE} = 20 \text{ V}$ . Použitý regulační tranzistor měl zesílení  $h_{21E} \approx 30$ . Ekvivalentní cívka by musela mít indukčnost  $L \approx 50 \text{ H}$ .

Z uvedeného plyne jednoznačný závěr: Použití Zenerovy diody a regulačního tranzistoru má své oprávnění i tehdy, potřebujeme-li filtrovaný zdroj a nezáleží-li na příliš velké stabilizaci. Typickým případem jsou síťové napáječe pro různé tranzistorové přijímače a zesilovače. V praxi se kombinuje používání Zenerovy diody a tranzistoru, většinou se používá zapojení podle obr. 62,



Obr. 62. Typické zapojení jednoduchého zdroje pro tranzistorový přijímač

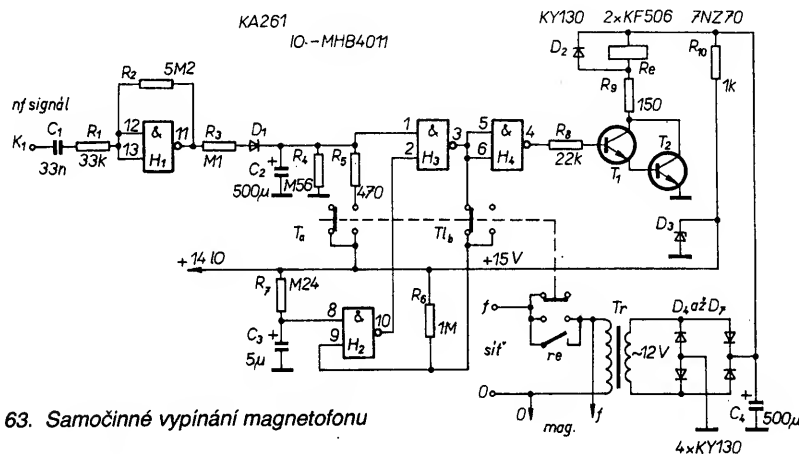
kteří úmyslně uvádím bez hodnot. Výstupní napětí  $U_o$  se určuje druhem Zenerovy diody  $D_5$ , maximální odběr je dán dovolenou kolektorovou ztrátou regulačního tranzistoru, vinutím a velikostí transformátoru, také druhem použitých diod  $D_1$  až  $D_4$ . Zvlnění na výstupu se obvykle přibližuje vypočteným údajům.

## Zabezpečovací přístroje, indikátory

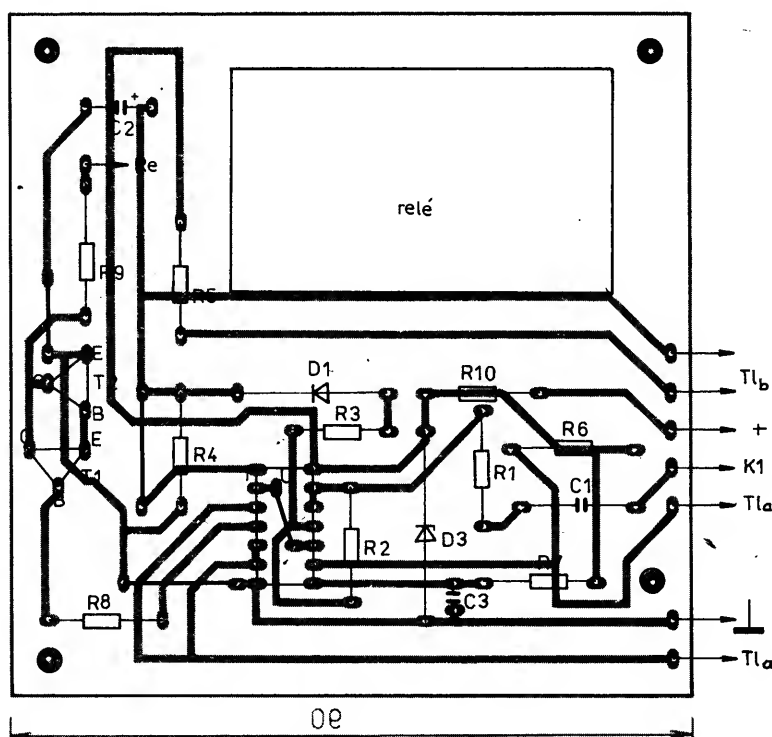
### Samočinné vypínání magnetofonu

Předkládané zařízení pracuje jako automatický vypínač, který po skončení přehrávky po určité časové prodlevě, když nenasadíme novou kazetu nebo kotouč, odpojí přístroj od sítě. Zařízení lze stejně dobře použít i pro gramofon nebo samozřejmě také pro kombinaci gramofon a magnetofon. Teoreticky by šlo stejně zařízení použít i pro televizor, zde však je jedna zásadní potíž: Po skončení vysílání se většinou ihned vysílač nevypíná. Zařízení není určeno jen k úspoře elektrického proudu, ale zejména pro zapomnětlivé, kteří nechávají či spíše zapominají vypnout již nehrající gramofon či magnetofon. Zařízení na stejných nebo podobných principech se nověji začínají objevovat jako součást některých profesionálních zařízení. Čas prodlevy, po které se přístroj vypne, je pevný, nenastavitelný (přibližně 3 až 5 minut). To při obvyklém provozu stačí k výměně desky či magnetofonové kazety.

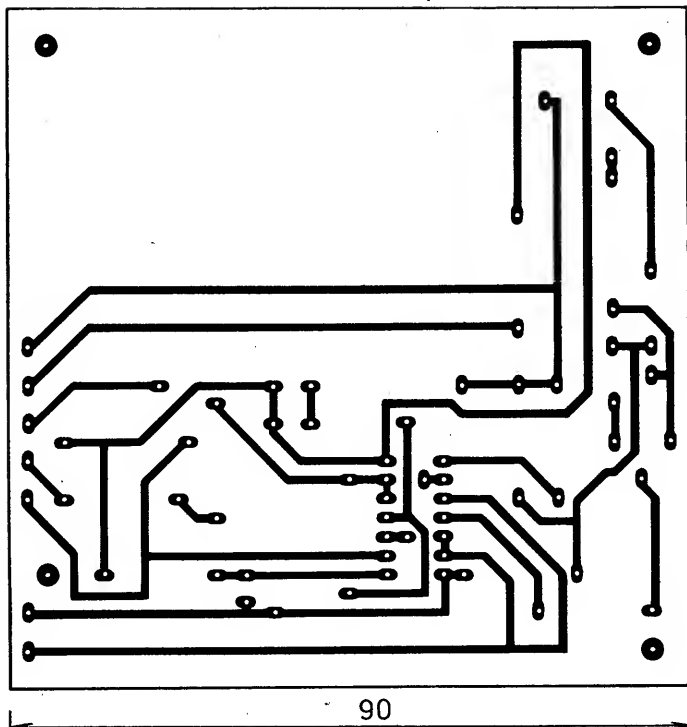
Popis funkce podle schématu na obr. 63: Při stlačení trojitého tlačítka  $Tl$  (typu Isostat) kontakty  $Tl_c$  přivedeme síťové napětí k zásuvce pro magnetofon. Zároveň přivedeme síťové napětí i na primární vinutí transformátoru  $Tr$  a zařízení tím prakticky uvedeme v činnost. Sekundární napětí transformátoru se usměrní usměrňovacím můstkem z diod  $D_4$  až  $D_7$  a na filtračním kondenzátoru  $C_3$  tak bude napětí přibližně  $16,5 \text{ V}$ . Toto napětí se používá pro spínání relé. Vlastní časovač a integrovaný obvod je napájen do vývodu 14 stabilizovaným napětím  $+15 \text{ V}$  ze Zenerovy diody  $D_3$ . Kontakt  $Tl_a$  tlačítka připojí přes rezistor  $R_5$  napětí na kondenzátor  $C_2$ , který se rychle nabije na úroveň  $+15 \text{ V}$ . Na vstupu 1 hradla  $H_3$  se změní úroveň napětí na log. 1. Na vstupu 2 stejného hradla je krátce po zapnutí také log. 1, určená stavem hradla  $H_2$ . Z těchto důvodů je na výstupu 3 hradla  $H_3$  úroveň log. 0 a na výstupu invertoru  $H_4$  log. 1. Kladným napětím se otevírají oba tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ . Ty pak sepnou relé  $Re$ . Sepnutím relé  $Re$  se překlene kontaktem  $re$  síťové napětí, které dosud šlo na zásuvku magnetofonu z tlačítka. Nyní, když pustíme tlačítko, je magnetofon připojen k síti trvale. Popiso-



Obr. 63. Samočinné vypínání magnetofonu



Obr. 64. Deska s plošnými spoji zapojení z obr. 63 (deska Z 215)



vaný stav bude trvat tak dlouho, dokud bude na kondenzátoru  $C_2$  kladné napětí. Vybíjecí časová konstanta tohoto kondenzátoru je dána vnitřním svodem a odporem rezistoru  $R_4$ , pohybuje se kolem 3 až 5 minut. Tento velký rozptyl ve vypínací době je dán úrovní napětí na kondenzátoru  $C_2$ , která je v provozu přístroje proměnná. Jakmile se na konektoru  $K_1$  objeví nf napětí, začne se kondenzátor  $C_2$  tímto signálem, který jsme usměrnili diodou  $D_1$  na stejnosměrné napětí, dobíjet. Pokud je tedy magnetofon v činnosti a na  $K_1$  je nf signál, tak je i napětí na  $C_2$  a relé  $Re$  zůstává sepnuté. Jakmile nf signál přerušíme na dobu delší než 3 až 5 minut, tak se na vstupu 1 hradla  $H_3$  změní úroveň log. 1 na log. 0. Pak se následně i na výstupu  $H_4$  objeví log. 0, relé  $Re$  odpadne a magnetofon nedostává ze sítě žádné napětí.

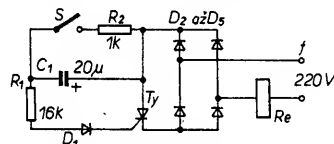
Při oživování přístroje zejména zkontrolujeme, zda je úroveň nf signálu dostatečná k tomu, aby se  $C_2$  během provozu dostatečně dobíjel. Při nedostatečné úrovni upravíme odpor rezistoru  $R_1$  (případně  $R_3$ ). Vstup  $K_1$  připojíme na výstup koncového stupně nf zesilovače, nejlépe tam, kam se připojují sluchátka.

K vlastní konstrukci přístroje není třeba mnoho poznamenávat, snad jen to, že ideálním řešením je vestavět jej přímo do magnetofonu nebo gramofonu. Relé  $Re$  může být téměř libovolný typ stejnosměrného relé na 12 V, např. LUN 12 V, tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  jsou bez chladičů a transformátor  $Tr$  (pro 15 V) má převod 220/12 V. Kromě síťového zdroje, který tvoří transformátor, diody  $D_4$  až  $D_7$  a filtrační kondenzátor  $C_4$ , jsou všechny součástky umístěny na desce s plošnými spoji (viz obr. 64).

### Spínač se zpožděným vypínáním

Je zcela běžné, že mnohdy potřebujeme, aby světlo zůstalo ještě po vypnutí spínače ještě nějakou dobu svítit – obvykle abychom

mohli opustit místnost, najít klíče a zavřít dveře apod. Prakticky stejnou službu udělá běžný schodišťový automat ve spojení s relé a se spínačem. Naše zapojení je však jednodušší. Princip jeho funkce si popíšeme podle schématu na obr. 65. Jakmile sepneme spí-

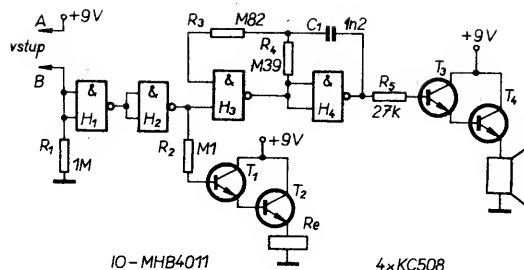


Obr. 65. Spínač se zpožděným vypínáním

nač, nabije se přes rezistor  $R_1$  kondenzátor  $C_1$  na kladné napětí asi 300 V. Proudem přes  $R_2$  do řídicí elektrody tyristoru se tyristor otevře. Diodový usměrňovací můstek se otevřením tyristoru na stejnosměrné straně zkratuje a cívku  $Re$  relé začne protékat proud, takže relé se sepně. Při vypnutí spínače  $S$  se kondenzátor  $C_1$  ještě 40 až 45 sekund přes  $R_1$  vybíjí i při odpojení přívodu napětí přes  $R_2$  a po tuto dobu zůstane sepnutý tyristor. Zároveň s tyristorem se pochopitelně spínají a rozpojují kontakty relé.

Místo relé  $Re$  může být přirozeně zapojen i jiný spotřebič, tedy např. přímo žárovka 220 V, případně větrák na toaletě. Normy ČSN však nepovažují polovodičové součástky za dostatečné odpojovače a použití tyristoru místo spínače je v podstatě zakázáno. Polovodičová součástka totiž nezaručuje předepsané galvanické oddělení při rozepínání.

Součástky je třeba volit se zřetelem na použité napětí a případný odběr proudu připojeným spotřebičem. Pokud použijeme uspořádání podle schématu s relé, doporučují tyto hodnoty a typy součástek:  $R_1$  je třeba dimenzovat alespoň na 1 W, to znamená např. typ TR 216, lépe TR 217, případně TR 520 nebo TR 521. Rezistor  $R_2$  by měl být alespoň čtyřwattový, tedy TR 522. Kondenzátor  $C_1$  může být elektrolytický na minimální napětí 350 V, např. TE 682. Diody  $D_1$ , KY 130/300 V,  $D_2$  až  $D_4$  4× KY 704. Tyristor  $Ty$  je typu KT 504, relé  $Re$  např. typu RP 301, RP 92 atp.



Obr. 66. Indikátor vlhkosti

### Indikátor vlhkosti

Jde o jednoduché zapojení, které má mnohá praktická použití. Malý odběr proudu, řádu mikroampérů, dovoluje vypustit ze zapojení spínač napájení. Vlhkost a její hlídání, to je technicky problém pro úplnou automatizaci domácnosti. Popisovaný přístroj může mít však mnohem prozaičtější použití. Dáme-li na vstupy A a B dva kovové „polepy“, může být přístroj zabalen v plenkách a pak piskáním indikuje nepříjemný stav prostředí, v němž je umístěno dítě. V takovémto případě samozřejmě nepotřebujeme tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ , které spínají výstup pro relé. Místo reproduktoru stačí malé telefonní sluchátko.

Funkce zařízení podle obr. 66 je následující: vstup hradla je udržován ve stavu log. 0 rezistorem  $R_4$ . Při spojení vstupů A a B vodivostí vlhkého nebo mokrého prostředí se na vstup hradla  $H_1$  dostane úroveň log. 1 z kladného pólu napájecího zdroje. Stejná logická úroveň se tím zároveň vytvoří na výstupu  $H_2$  a tím se odblokuje oscilátor, tvořený hradly  $H_3$  a  $H_4$ . Tranzistory  $T_3$  a  $T_4$  signál oscilátoru pouze zesílí. Na výstupu je třeba použít reproduktorek s velkou impedancí pro tranzistorová rádia nebo pro jednodušší aplikace telefonní sluchátko. Kmitočet oscilátoru je dán kapacitou kondenzátoru  $C_1$  a odporem rezistorů  $R_3$  a  $R_4$ .

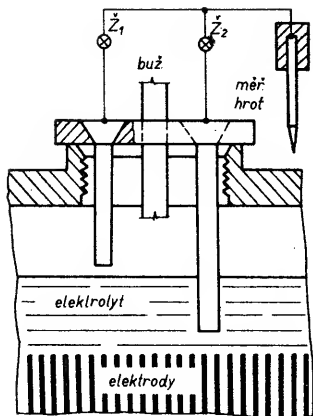
Relé  $Re$  se spíná přes dvojici tranzistorů v Darlingtonově zapojení ( $T_1$  a  $T_2$ ) úrovní log. 1 na výstupu  $H_2$ . Tento obvod je na činnosti oscilátoru nezávislý.

### Indikátor úrovně hladiny elektrolytu v akumulátoru

Pokud budeme v automobilech používat dnešní běžné, tedy otevřené olověné akumulátory se šroubovacími víčky, budeme při údržbě vozu muset dolévat odpařující se elektrolyt destilovanou vodou. Ten, kdo musí tuto činnost dělat častěji (případně profesionálně), jistě ocení popisovanou pomůcku. O co v podstatě jde?

Když vyšroubojeme víčko, vložíme do akumulátoru nové víčko, které nemá závit. Jeho provedení je na obr. 67. Ve spodní straně víčka směrem do akumulátoru jsou dva kovové kolíky, které mají tvar šroubů nebo nýtů se zapuštěnou hlavou. Jeden kolík je kratší, druhý delší. Ten delší by měl dosáhnout těsně nad olověné elektrody, druhý asi o 10 mm výše. Ideálním materiálem pro víčko je silon nebo jiná plastická hmota (např. textilit). Kolíky musí být v každém případě nerezové, aby po styku s kyselinou neoxidovaly. Ke každému kolíku připojíme jeden vývod žárovky 12 V. Druhé vývody žárovek spojíme a přivedeme na měřicí hrot. Funkce indikátoru spočívá v tom, že žárovky rozsvícením indikují svým svitem výšku hladiny elektrolytu v článku.





Obr. 67. Indikátor úrovně hladiny elektrolytu v akumulátoru

Vše je založeno na principu, že při styku kolíků s elektrolytem při současném připojení měřícího hrotu na vzdálenější konec baterie začne obvodem protékat takový proud, který stačí k rozsvícení žárovky. Pro dvanáctivoltový akumulátor použijeme miniaturní dvanáctivoltovou modelářskou žárovku. Nejmenší napětí dostaneme při kontrole středních článků akumulátoru, ale i šest voltů postačí k tomu, aby se žárovka mírně rozsvítila.

Ž<sub>1</sub> je žárovka červená, Ž<sub>2</sub> je žárovka zelená. Je-li elektrolytu málo, tak nesvítí žádná žárovka. Když začneme dolévat destilovanou vodu, ponoří se při zvyšující se hladině do elektrolytu nejprve delší kolík a rozsvítí se zelená žárovka. Správné hladiny elektrolytu je dosaženo tehdy, když začne druhá, červená žárovka poblikávat. Při pouhé kontrole stavu hladiny elektrolytu v akumulátoru se spokojíme s tím, že svítí jenom zelená žárovka.

Ve víčku je ještě díra pro bužírku o Ø 3 mm, která slouží pro dolévání destilované vody. Zásobníkem destilované vody může být i igelitový pytlík nebo tenkostěnná nádoba z plastické hmoty. Destilovanou vodu pak do bužírky a následně do akumulátoru „vhnáme“ pouhým stlačováním nádoby.

Na závěr je třeba jenom upozornit, že víčka akumulátorových baterií mají různé rozměry (podle výrobce). Obvykle však pro osobní vozy má víčko průměr v místě závitů 18 mm a největší průměr na vrchním obvodu 30 mm. Víčka akumulátorů nákladních vozů jsou větší – většinou Ø 26 a 35 mm.

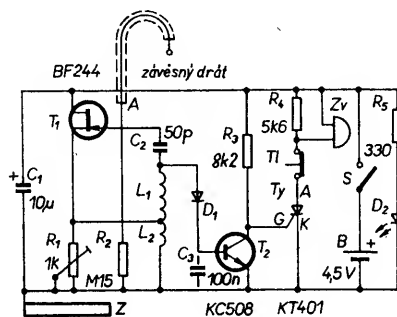
### Hlídaní kapaliny v sudu

Při stáčení vína, moštu nebo jiných kapalin do sudů, tanků nebo barelů musíme kontrolovat, aby stáčená kapalina nepřetekla. Popisovaný přístroj, jehož elektrické schéma je na obr. 68, tuto činnost dokáže udělat za nás automaticky.

Nejprve jak přístroj pracuje (obr. 68): Základem je běžný Hartleyův oscilátor v téměř standardním provedení. Aktivním prvkem je tranzistor FET T<sub>1</sub>. Kmitočet je dán indukčností použité cívky L<sub>1</sub>. Při cívce podle popisu je tento kmitočet někde v oblasti mezi 300 až 600 kHz. Na jeho stabilitě příliš nezáleží. Zemnicí deska Z je zvnějšku opřena o sud a celý přístroj je za okraj nádoby zavěšen. Jakmile hladina kapaliny dosáhne dolního konce závěsného drátu, stačí její vodivost k tomu, že oscilátor přestane generovat kmitů. Tranzistor T<sub>2</sub> je v době, kdy oscilátor kmitá, otevřen. Otevřený tranzistor zname-

ná, že elektrody G a K tyristoru Ty jsou na záporném potenciálu a tyristor je pro průchod proudu uzavřen. Ve chvíli, kdy se generované kmitů oscilátoru vlivem kapaliny dotýkající se konce závěsného drátu přeruší, dostane se na řídicí elektrodu G tyristoru Ty přes rezistor R<sub>4</sub> kladné napětí a tyristor se otevře. Zvonek se přes tyristor spojí se „záporným“ pólem napájecího zdroje B a ozve se zvukový signál. Jako zvonek Zv můžeme použít i jakýkoli bzučák nebo i signalizační žárovku. Tlačítkem Tl lze činnost zvonku nebo jiného zvukového indikátoru nastavit. Prohlédneme-li si dobře schéma a zamyslíme-li se nad činností přístroje, tak zjistíme, že tlačítko je spíše nutné proto, že tyristor Ty se sepne okamžitě při zapnutí přístroje, ještě dříve, než oscilátor nasadí ke kmitání.

C<sub>1</sub> je pouze filtrační kondenzátor. Odporový trimr slouží k nastavení optimálního pracovního bodu oscilátoru. Kondenzátor C<sub>3</sub> patrně vůbec nepoužijeme: zapojíme ho jen tehdy, nezůstává-li tyristor plně uzavřen v době, kdy oscilátor generuje kmitů. D<sub>2</sub> je jakýkoli typ běžné svítivé diody, dioda slouží jako indikátor zapnutí přístroje.



Obr. 68. Hlídaní kapaliny v sudu

Přístroj se zavěšuje za okraj nádoby pomocí ohnutého drátu. Doporučíme pocínovaný měděný vodič tloušťky nebo lépe průměru 2 mm, přes který v nefunkčních částech ohybu natáhneme bužírku. Na konci drátu je připájena kovová kulička. Výšku hladiny určuje délka ponořené části drátu uvnitř nádoby. Zemní část Z je pouze polep na vnější straně přístroje, který se opírá při zavěšení přístroje o nádobu. Přístroj pracuje i tehdy, když není nádoba vlhká. Samozřejmě, že v případě dřevěných vinných sudů ve sklepě je funkce stoprocentní. Jako cívky L<sub>1</sub> a L<sub>2</sub> je nejlépe použít mezifrekvenční transformátory z běžného starého elektronového nebo tranzistorového rádia, může si cívky navinout sám. Použijeme stejné tělísko, jaké se používá pro rádiové mezifrekvence, tedy např. o Ø 5 mm s vnitřním feritovým šroubovacím jádrem M4. L<sub>1</sub> má asi 130, L<sub>2</sub> 30 závitů v lankem nebo vodičem CuL o průměru

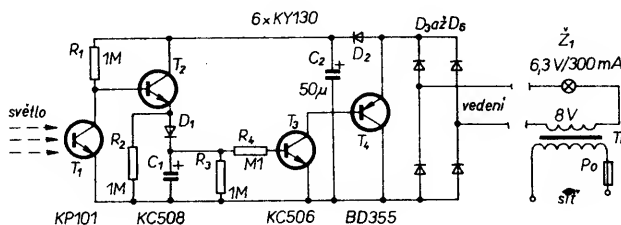
0,1 mm. Závitů by měly být navinuty křížově („divoce“) a obě cívky by měly být vinuty tak, aby L<sub>2</sub> měla L<sub>1</sub> pouze jako odbočku.

### Světelné zabezpečovací zařízení

Použijeme je všude tam, kde potřebujeme indikovat přítomnost člověka, zvířete nebo nežádoucího předmětu. Podobné zařízení se používá např. u automaticky pracujících výtahů. Paprsek světla hlídá, zda se ve dveřním prostoru nenachází člověk nebo nějaký předmět, který zabránil zavření dveří.

Schéma zařízení je na obr. 69, je nakresleno úmyslně tak, že je rozděleno na dvě části, které jsou mezi sebou propojeny vedením. Signalizace a napájecí transformátor tvoří jednu část, světlocitlivý fototranzistor a jednoduchá elektronická jednotka je druhou částí. Transformátor Tr je běžný zvukový nebo jakýkoli jiný transformátor malé výkonu s primárním vinutím pro 220 V a sekundárním napětím v rozsahu 6 až 12 V. V tomto rozmezí napájecího napětí pracuje zařízení bez problémů. Napájíme je z běžné sítě 220 V, nutná je malá trubičková pojistka Po v primárním vinutí pro proud 100 mA jako ochrana proti zkratu. Na sekundární straně je připojena signalizační žárovka Ž<sub>1</sub> na napětí 6,3 V a proud 300 mA, která se často používá v některých typech malých bateriových svítilen. Tato žárovka signalizuje blikáním přerušování světelného paprsku dopadajícího na fototranzistor T<sub>1</sub>. Mezi částí s transformátorem a signalizací a elektronickou jednotkou může být relativně dlouhé vedení (až řádu stovek metrů).

Činnost elektronické jednotky je principiálně jednoduchá a neobvyklá i zajímavá. Představme si nejprve výchozí situaci, tedy stav, když fototranzistor není osvětlen. Pak se vzhledem k svému příčnému proudu jeví jako by vůbec nebyl připojen (lze si jej představit jako impedanci kolem 10 MΩ). Střídavé napětí z transformátoru je přes diodu D<sub>3</sub> až D<sub>6</sub> usměrňováno a na filtračním kondenzátoru C<sub>2</sub> dostaneme stejnosměrné napětí přibližně +11,5 V. Při zapnutí zařízení je toto napětí zároveň i na kolektoru T<sub>2</sub>. Tranzistor T<sub>2</sub> má v bázi zapojen rezistor R<sub>1</sub>, který jej mírně přotevřívá, takže kondenzátor C<sub>1</sub>, zapojený v jeho emitoru, se nabíjí s časovou konstantou  $\tau = R_1 C_1 h_{21E}$ , kde  $h_{21E}$  je zesilovací číselník tranzistoru T<sub>2</sub>. Jakmile se na C<sub>1</sub> napětí zvětší na velikost větší než 0,5 až 0,7 V, začne se přes R<sub>4</sub> otevírat tranzistor T<sub>3</sub>. Ten pak otevírá v kaskádě zapojený tranzistor T<sub>4</sub>. Otevřením T<sub>4</sub> se zkratuje přes diody D<sub>3</sub> až D<sub>6</sub> střídavé napětí, což se projeví tak, že se signalizační žárovka Ž<sub>1</sub> rozsvítí. Kondenzátor C<sub>2</sub> se již nenabíjí, ale protože je v zapojení oddělovací dioda D<sub>2</sub>, tak až do jeho vybití a konečného vybití kondenzátoru C<sub>1</sub> (který se vybíjí s časovou konstantou C<sub>1</sub>R<sub>4</sub> přes přechod báze emitoru T<sub>3</sub>) zůstává tranzistor T<sub>4</sub> otevřený. S jeho



Obr. 69. Světelné zabezpečovací zařízení

dobou otevření samozřejmě souvisí doba svícení žárovky  $Z_1$ . Jakmile se  $C_1$  vybije pod úroveň napětí asi 0,5 až 0,7 V, uzavřou se oba tranzistory  $T_3$  a  $T_4$ , žárovka  $Z_1$  zhasne a na  $C_2$  se opět zvětší kladné napětí na úroveň 11,5 V. Děj se začne periodicky opakovat, dokud je světelný paprsek, dopadající na fototranzistor  $T_1$  přerušen. Jak plyne z předchozího textu, kmitočet záblesků žárovky  $Z_1$  můžeme ovlivnit změnou hodnot součástek, určujících časové konstanty. První časová konstanta určuje dobu, po kterou je žárovka při režimu „blikání“ zhasnuta a ovlivňuje ji tedy kapacita kondenzátoru  $C_1$  a odpor rezistoru  $R_1$ . Velký vliv má samozřejmě i zesílení tranzistoru  $T_2$ . Doba svícení žárovky určuje přímo úměrně kapacita kondenzátoru  $C_1$  a odpor rezistoru  $R_4$ .

Jakmile je fototranzistor  $T_1$  osvětlen, začne jím protékat proud (přes rezistor  $R_1$ ). Ten stačí zablokovat činnost tranzistoru  $T_2$  tak, že se kondenzátor  $C_1$  již nenabíjí a žárovka  $Z_1$  zůstane zhasnutá. Na  $C_1$  se ustálí napětí na velikosti 0,5 až 0,7 V, na  $C_2$  je plné napětí +11,5 V.

Fototranzistor, který tvoří elektronické čidlo, doporučuji vložit na dno asi 2 cm dlouhé trubičky. Optikou běžné kapesní svítilny, která se skládá z malé žárovky a jednoduché vysouvací „paraboly“ lze svítit až ze vzdálenosti asi 2 m. Místo běžné wolframové žárovky lze použít i svítivou diodu, jejíž světelné spektrum zasahuje (nebo je soustředěno) do infraoblasti. Pro větší vzdálenosti je nutno použít laser. Pro zajímavost lze snad uvést, že západoněmecké obchodní domy pro tyto účely nabízejí laserové „svítilny“ s malým výkonem v ceně už kolem 300 DM (katalog 1990).

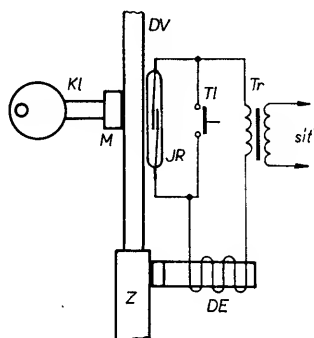
Odběr proudu v době, kdy na fototranzistor dopadá světlo a signalizační žárovka neblíká, je zanedbatelný – menší než 1 mA. Všechny součástky lze umístit na desku s plošnými spoji o rozměrech asi 20 × 50 mm (která se vejde prakticky do krabičky od sirek). Pokud potřebujeme kromě světelné signalizace ještě signalizaci zvukovou, připojíme paralelně k žárovce  $Z_1$  relé. Funkce zařízení se tím nemění, protože odpor vinutí relé vůči odporu žárovky je ve většině případů zanedbatelný. Kontakty relé pak mohou spínat libovolná zvuková signalizační zařízení, generátor, zvonek, houkačku atd.

### Jednoduché bezpečnostní otevření dveří

Jak je v nynější době obvyklé, používají se elektrická zařízení stále častěji. Neustále např. přibývají zájemci o použití dveřního elektrického zámku. Zevnitř v bytě je u zámku klika, ze vstupní strany je nutno otevřít buď klíčem nebo musíte zazvonit a někdo uvnitř uvolní elektrický zámek tlačítkem. Někdy, když dveře hřívá slunce, je běžné, že tlačítko vybavuje pouze on a klika není ani z vnitřní strany, takže je úplná kontrola o pohybu osob oběma směry. Elektrický zámek je v podstatě doplňkem běžného zámku a chrání tak příslušný objekt před nepříjemnými návštěvami: nutí cizího návštěvníka svůj vstup někomu ohlásit. Rozhodně však nemůžeme elektrický zámek chápat jako zabezpečení proti vloupání. V noci nebo po

odchodu se elektrický zámek vypíná a dveře se pak zabezpečí běžným zamknutím.

Jak víme, elektrické zámky jsou dnes běžnou výbavou domovních dveří činžovních domů. Čím dále tím více se používají i u rodinných domků, zejména u zahradních dvířek apod. V podnicích a úřadech jsou stále prostory, kam mají ostatní nepovolání zaměstnanci omezený vstup a rozhodně tam nesmějí vstupovat sami nepozváni. Existuje však určitý okruh osob, kterým není z nějakého důvodu svěřen klíč, ale zároveň je vhodné, aby v době, kdy jsou dveře zamčeny pouze zaklapnutím, mohly bez kontroly procházet. U běžného činžovního domu jsou to třeba malé děti. Popisovaný doplněk elektrického zámku nabízí zhotovení jednoduchých „klíčů“, kterými lze ovládat elektrický zámek zvenku, aniž bychom použili mechanický klíč.

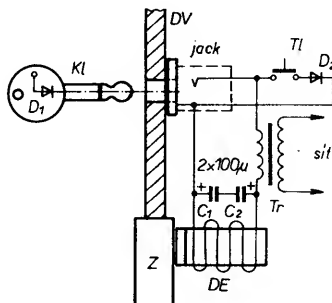


Obr. 70. Jednoduché bezpečnostní otevření dveří

První, jednodušší způsob je na obr. 70. Dveře DV jsou opatřeny zámkem Z, který má elektrické ovládání dveřním elektromagnetem DE. Ten je napájen z transformátoru Tr a zevnitř místnosti se vybavuje tlačítkem Tl. To je běžná sestava zámku. Vnější „kódované“ otevření spočívá v tom, že na vhodné místo na dveřích nebo v jejich blízkosti je umístěn jazýček z jazýčkového relé JR, který je paralelně připojen k vnitřnímu ovládacímu tlačítku Tl. „Kód“ spočívá jednak ve volbě umístění JR a jednak v tom, že jazýček můžeme sepnout jen přiložením magnetu.

Vhodný „klíč“ lze zhotovit např. z razítka, u něhož do spodní, razítkovací části vyvrtáme díru, do níž vlepíme např. epoxidovým lepidlem tabletový permanentní magnet. Místo na dveřích označíme nějakou nenápadnou značkou např. na jmenovce. Jazýček relé je možno vložit také do zámku, aniž by ten ztratil svou běžnou funkci. Je třeba upozornit na to, že dveře (alespoň v místě, kde přikládáme magnet) nemohou být z plechu nebo jiného magnetického materiálu.

Druhý způsob (podle schématu na obr. 71) využívá zajímavého elektrického triku,



Obr. 71. Bezpečnostní otevření dveří, jiná verze

který by bylo možné použít i mnohde jinde. Uspořádání základních prvků je stejné jako v předchozím případě. Dveře DV s elektrickým zámkem Z se otevírají dveřním elektromagnetem DE s napájecím transformátorem Tr. Obvod se spíná tlačítkem Tl uvnitř místnosti. Do dveří je navíc vsazena objímka konektoru jack, který se běžně používá např. pro připojení sluchátek. Vstup tohoto konektoru je připojen paralelně k vybavovacímu tlačítku Tl, kterým se spíná dveřní elektromagnet. Přes vinutí elektromagnetu jsou připojeny dva v sérii řazené elektrolytické kondenzátory  $C_1$  a  $C_2$  (nebo jeden bipolární elektrolytický kondenzátor asi 50  $\mu$ F). Tyto kondenzátory představují pro střídavý proud malou impedanci. Jelikož jsou k vinutí připojeny jako bočník, projde po přivedení střídavého napětí většina proudu přes kondenzátory a elektromagnet nesepe. Dáme-li však s vybavovacím tlačítkem do série diodu, bude obvodem procházet stejnosměrný proud. Jeden z kondenzátorů se sice nabije na plné napětí, ale značná část proudu projde elektromagnetem, takže dveře se otevřou.

Klíč Kl je třeba zhotovit ze zástrčky konektoru jack, která má uvnitř „propojku“ tvořenou diodou  $D_1$ . Dveře se tedy neotevrou, když do objímky konektoru „vrazíme“ třeba hřebík, který způsobí průchod pouze střídavého proudu. Pro diody  $D_1$  a  $D_2$  vyhoví každá usměrňovací dioda, jejíž povolený proud je větší než proud, procházející elektromagnetem. Pro běžné, u nás používané typy zámků TESLA Stropkov, doporučuji diody typu KY721.

### „Minohledačka“

Jak již naznačuje název, je tento přístroj určen k hledání min a nevybuchlé munice. Klasické použití má tedy zejména v armádě a patří k nutné výbavě minéra či zbrojře. Rozvoj součástek moderní elektroniky dovozuje zhotovit takový přístroj velice jednoduše a navíc z přístupných součástek. Popisovaný přístroj se pak hodí v mnoha různých případech. Lze s ním hledat ztracené kovové předměty, tj. náušnice, prstýnky i drobné mince v písku na pláži, potřebují jej amatérští archeologové i prospektoři. Při sekání do zdi je vhodným pomocníkem, který umožní se přesvědčit, není-li v místě, v němž budeme sekát, náhodou elektrické vedení nebo vodovodní roura. Dokonce není od věci, když tímto či podobným přístrojem prohlédneme kládu, kmen nebo fošnu, dřívě než ji začneme rozřezávat na pile. „Zarostlá“ kramle, hřebík, kulka nebo i brok ve dřevě dovedou dřevařský stroj rádně pošramotit.

Princip funkce popisovaného přístroje je dnes již téměř klasický. Základem jsou dva generátory, které kmitají na přibližně stejném kmitočtu. Kmitočet jednoho generátoru je určen indukčností velké (hledací) cívky. Jakmile se do prostoru a její blízkosti dostane kovový předmět, mění se mírně její indukčnost a tím i kmitočet generátoru. Druhý generátor je laditelný a ladíme jej při uvádění do provozu na tzv. nulový zázněl. To znamená na stejný kmitočet, jaký má generátor s cívkou. Při kovovém předmětu v okolí L se mění kmitočet generátoru, pak signál rozdílového kmitočtu posloucháme ve sluchátkách a ze změny tónu usuzujeme na přítomnost kovového předmětu v blízkosti cívky. Přibližováním cívky k inkriminovanému místu lze na základě největší změny tónu ve

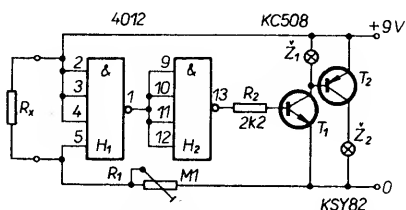


sledkem čehož začne blikat žárovka Ž. Kmitočet impulsů lze zároveň nastavit potenciometrem  $R_1$ . Rozsah měřených indukčností je asi 200  $\mu\text{H}$  až 2 H. Stupnici potenciometru  $R_1$  lze v uvedeném rozsahu i ocejchovat. Jestliže se výstupní svorky rozpojí, tak žárovka Ž zhasne.

Místo žárovky lze samozřejmě použít i svítivou diodu se sériovým rezistorem od 60 do 100  $\Omega$ . Přesnost měření je samozřejmě ovlivněna i napájecím napětím, takže při požadavcích na větší přesnost by bylo nutné napájecí napětí stabilizovat.

### Jednoduchá indikace odporu

Činný odpor (rezistorů, vinutí cívek transformátorů apod.) lze měřit různými způsoby. Popisovaná metoda je svou jednoduchostí unikátní. Schéma zapojení indikátoru na obr. 76 ji dostatečně specifikuje. Kromě použití



Obr. 76. Jednoduchá indikace odporu

jako jednoduchá sonda uplatní se indikátor v jednoduchých automaticky pracujících zařízeních, u nichž se sledují fyzikální vlastnosti látek, kapalin apod. v závislosti na změně jejich odporu. Indikátorem je možné vyhodnocovat činný odpor, je-li větší nebo menší než požadovaná úroveň nebo měřit absolutní hodnotu odporu v ohmech. Indikátorem lze určovat odpory v rozmezí 100  $\Omega$  až 10 M $\Omega$ . Měřený objekt,  $R_x$ , je zatěžován proudem řádu  $\mu\text{A}$ .

Jde o poměrové měření, u něhož se  $R_x$  porovnává s normálovým, v našem případě nastavitelným rezistorem  $R_1$ .  $R_1$  může být samozřejmě podle účelu jak pevný, tak proměnný rezistor opatřený stupnicí. Vyhodnocovacím prvkem je hradlo CMOS  $H_1$ , druhé hradlo  $H_2$  je zapojeno jako invertor. Použit lze samozřejmě i dvouvstupová hradla, pak v integrovaném obvodu zůstanou dvě hradla volná.

Při připojení měřeného rezistoru  $R_x$  na vstupní svorky se napájecí napětí rozdělí v poměru  $R_x : R_1$ . Když se na vývodu 5 hradla  $H_1$  zvětší napětí na úroveň log. 1, je na výstupu log. 0 a na výstupu  $H_2$  log. 1. Žárovka Ž<sub>1</sub> se rozsvítí a žárovka Ž<sub>2</sub>, která dříve svítila, zhasne. Samozřejmě, že neplatí rov-

nost  $R_x = R_1$ . Odpor  $R_x$  se musí na velikost  $R_1$  přecejchovat. Odpor  $R_x$  musí být vždy menší než odpor trimru  $R_1$ . Přepnutí žárovek Ž<sub>1</sub> a Ž<sub>2</sub> pak indikuje sledovanou úroveň velikosti odporu. Trvalý svit jedné žárovky ukazuje na to, zda je měřený odpor menší nebo větší než odpor trimru  $R_1$ . Při automatickém vyhodnocování udává totéž úroveň logického signálu na výstupu  $H_2$ . Stejně jako u prvního indikátoru je i v tomto případě přesnost závislá na stabilitě napájecího napětí.

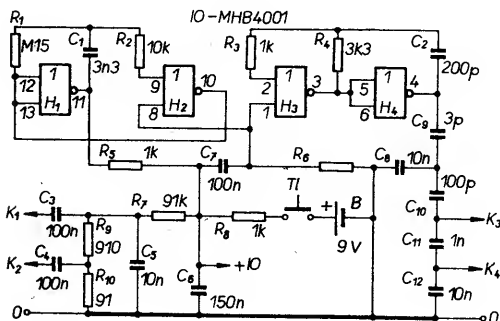
### Signální generátor jako sonda

Pro opravy a sladování rozhlasových přijímačů, opravy zesilovačů, nízkofrekvenčních částí televizorů apod. se ke sledování průchodu signálu zařízením od vstupu až po výstup používají signální generátory. V dílně by měl být samozřejmě pořádný přístroj s potřebným rozsahem a měnitelnou úrovní signálu. Lehká přenosná sonda je však nutná do „terénu“, když se opravuje v bytech zákazníků, na montážích apod. Přenosná sonda se hodí jak profesionálům, který ji má v montážní brašně, ale i běžnému amatérovi, který tovární přesný generátor obvykle nevlastní. Právě pro všeobecnost použití jsou jednoúčelové sondy v poslední době tak populární.

Základem zapojení podle obr. 77 je jediný integrovaný obvod CMOS typu 4001, což jsou čtyři dvouvstupová hradla NOR. Všechna čtyři hradla jsou zapojena jako dva stejné generátory, které se vzájemně liší kmitočtem. Jeden, tvořený hradly  $H_1$  a  $H_2$ , kmitá na zvukovém kmitočtu asi 1 kHz, druhý, řekněme vysokofrekvenční, má základní kmitočet 470 kHz. Zároveň je vysokofrekvenční generátor zvukovým kmitočtem modulován s hloubkou modulace asi 30 %.

Sonda má čtyři výstupy se společnou zemní svorkou. Nízkofrekvenční signál 1 kHz je na svorkách  $K_1$  a  $K_2$ .  $K_1$  má napěťovou úroveň signálu 20 mV,  $K_2$  jen 1 mV (samozřejmě vztaheno vůči zemní svorce). Na vývodech  $K_3$  a  $K_4$  je signál o kmitočtu 470 kHz s úrovní 200 mV.

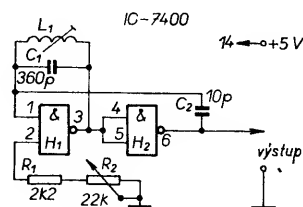
V praktickém provedení má sonda pouze dva vývody. Zemnicí drát s krokosvorkou, který spojujeme s kroužkem prověřovaného zařízení, a aktivní hrot. Ten pak podle momentální potřeby přendáváme nebo šroubujeme podle potřeby do vývodů  $K_1$  až  $K_4$ . Přístroj napájíme jedinou devítivoltovou baterií (odběr proudu je asi 3,5 mA), kterou připojujeme tlačítkem na sondě jen podle momentální potřeby.



Obr. 77. Signální generátor jako sonda ( $R_6 = 910 \text{ k}\Omega$ )

### Generátor LC z logických obvodů

Na obr. 78 je generátor LC ze dvou TTL hradel NAND, který má nesporně technicky zajímavé a neotřelé zapojení. Na rozdíl od běžného generátoru s členy RC je uvedený zapojení stabilnější, zejména podstatně méně závislé na stabilitě napájecího napětí. To zejména oceníme u přenosných přístrojů napájených z baterie, v nichž stabilizace napájecího napětí bývá velkou energetickou ztrátou.



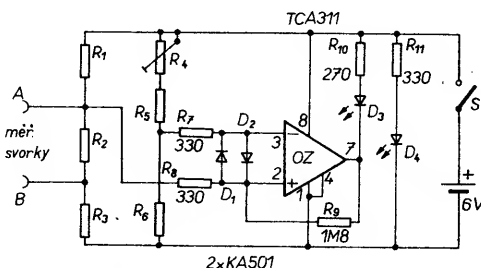
Obr. 78. Generátor LC z obvodů TTL

Logické hradlo  $H_1$  (spojený vstup 1 s výstupem 3 přes laděný obvod LC z členů  $L_1, C_1$ ) pracuje v lineárním režimu. Rezonanční paralelní obvod svým rezonančním kmitočtem určuje výstupní kmitočet generovaných kmitů. Kondenzátor  $C_2$  z celkového výstupu na vstup 1 hradla  $H_1$  představuje kladnou zpětnou vazbu. Na velikosti této zpětné vazby závisí i tvar výstupního napětí. Je-li kapacita kondenzátoru  $C_2$  malá, je vazba volná a výstupní napětí sinusové. Zvětšením kapacity kondenzátoru dostaneme výstupní napětí pravoúhlého průběhu. Stejněho výsledku, tedy změny velikosti výstupního napětí prakticky až přes saturaci (a tím „ořezání“ výstupního napětí na úroveň log. 1 a log. 0) lze dosáhnout změnou emitorového proudu do vstupního tranzistoru hradla  $H_1$ . Regulačním prvkem pro toto řízení je rezistor  $R_2$ . Pokud tuto regulaci nebudeme používat, postačí mezi sebou spojit vstupy 1 a 2 hradla  $H_1$ .

Uvedené hodnoty součástí platí prakticky pro horní mezní možný kmitočet 4400 Hz. Cívka je  $L_1$  (pro orientaci), je na šroubovém otevřeném feritovém jádru a má 22 závitů drátem o  $\varnothing 0,4 \text{ mm CuL}$ . Přesně lze obvod LC nastavit např. na Q-metru.

### Úrovnňový vyhodnocovač odporu

Obvykle při zjišťování přerušného obvodu nebo při proměřování kabelů vystačíme s baterií a žárovkou nebo s bzučákem či zvonkem. Jindy prostě použijeme ohmmetr. Popisovaný přístroj (obr. 79) dovede určit zkrat a zároveň lze na něm nastavit určitý odpor, při kterém se obvod už jeví jako dobrý. Výhodou zařízení je jeho mobilnost, malé rozměry, velká odolnost proti poškození cizím napětím na vstupu a schopnost



Obr. 79. Úrovnňový vyhodnocovač odporu

přesně nastavit vyhodnocované hranice i při relativně malých odporech měřených objektů. Měří se s malým vlastním napětím na hrotech a tedy i s malým proudovým zatížením měřeného objektu. Přístrojem můžeme zkoumat prakticky všechny druhy součástek, u nichž je třeba kontrolovat na vnějších vývodech odpor, tedy kabely, vinutí transformátorů či točivých strojů, spojky a propoje, hledat zkratky. Přístroj lze použít i jako hladinový, kdy kontrolujeme odpor mezi elektrodami. Přístroj tak, jak je navržen, pracuje tak, že kontrolní svítivá dioda  $D_3$  se rozsvítí tehdy, je-li mezi svorkami A, B připojena součástka s odporem menším, než je proměnným odporem  $R_4$  nastavená úroveň.

Základem zapojení je vstupní člen tvořený rezistory  $R_1$  až  $R_6$ , které jsou zapojeny jako vyvážený Wheatstoneův můstek. K napájení můstku se používá plné napětí baterie +6 V, indikátorem není galvanometr, ale operační zesilovač OZ, zapojený v úhlopříčce můstku. Můstek vyvažujeme proměnným odporem  $R_4$  (potenciometr nebo trimr) a rozvažujeme připojením součástky neznámého odporu ke vstupním svorkám, tedy paralelně k rezistoru  $R_2$ . Operační zesilovač nemá zápornou zpětnou vazbu a pracuje tedy s plným zesílením, což znamená, že již velice malé rozdíly napětí na vstupech 2, 3 znamenají okamžité překlacení výstupu 7 (na plnou velikost kladného nebo záporného napětí).

Před měřením vyvážíme můstek tak, aby na výstupu 7 bylo plné kladné napětí a změnou na svorkách A, B dosáhneme překlacení na plné záporné napětí – dioda  $D_3$  se rozsvítí. Dioda  $D_4$  indikuje pouze zapnutí přístroje, rezistor  $R_6$  zapojíme jen tehdy, když požadujeme, aby zařízení mělo jistou hysterzi. Ta se projevuje tím, že k zpětnému překlacení je třeba větší změny odporu na vstupu. Důvodné je to tehdy, sledujeme-li trvale odporovou veličinu, která může mírně kolísat kolem mezní hodnoty. Hysterzi pak zamezíme problikáváním indikační diody  $D_3$ .

Operační zesilovač je do můstku připojen svými vstupy přes dva oddělovací rezistory  $R_7$  a  $R_8$ . Antiparalelně zapojené diody  $D_1$  a  $D_2$  ochraňují vstupy zesilovače před případným napětovým přetížením. Jinak na základní funkci přístroje nemají žádný vliv.

Pro vyvážený můstek platí tento základní vztah:

$$R_1 R_6 = (R_2 + R_3)(R_4 + R_5).$$

Pokud použijeme konkrétní odpory rezistorů:  $R_1 = 820 \Omega$ ,  $R_2 = 10 \Omega$ ,  $R_3 = 220 \Omega$ ,  $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_5 = 15 \text{ k}\Omega$ ,  $R_6 = 5,6 \text{ k}\Omega$ , lze indikovat změny odporu na vstupu od 0,5 do 10  $\Omega$ . Vzhledem k velkému vstupnímu odporu použitého operačního zesilovače je možné samozřejmě uvést odpor i několiknásobně zvětšit bez újmy na funkci přístroje. Funkci přístroje lze i obrátit a vyhodnocovat rozsvícením  $D_3$  i překročení zvolené velikosti odporu, například tak, že  $R_2$  zařadíme do série s  $R_1$ .

Obě svítivé diody mohou být libovolného typu. Libovolný může být i typ operačního zesilovače. Uvedený TCA311 je volen jen pro svoji schopnost pracovat při malém napájecím napětí. Použijeme-li např. některý z typů MAA... TESLA, bude třeba odpovídajícím způsobem zvětšit napájecí napětí.

## Logická sonda bez vlastního napájení

V obrovském množství nejrůznějších jednoduších sond a testerů se vyskytují někdy skutečně originální konstrukce. Popi-

sovaná sonda kus určitého konstruktérského vtupu nesporně má. Samozřejmě, že existují sondy kontrolující úroveň výstupních a vstupních signálů na integrovaných logických obvodech, které nemají vlastní napájecí zdroj. Zde bývá obvyklé, že taková sonda se napájí ze zdroje, z něhož se napájí kontrolované obvody.

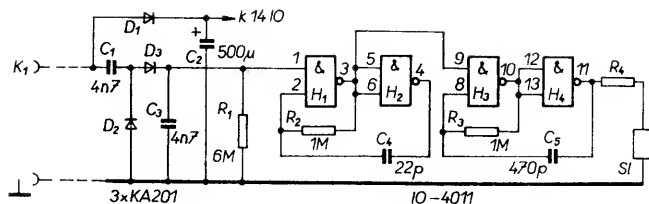
Popisované zařízení není, samozřejmě žádné „perpetuum mobile“, ke své činnosti potřebuje jen minimum energie, kterou si odebere z kontrolovaného místa. Konec konců když měříme ručkovým měřicím přístrojem napětí, tak v něm není žádná baterie – nicméně u elektronického přístroje je to rarita.

Co lze sondou zjišťovat? Hodí se pro kontrolu sítí, obvodů a zařízení, která obsahují logické integrované obvody jak TTL, tak CMOS aj. Indikuje přítomnost stejnosměrné úrovně napětí +3 až +15 V jako log. 1 a impulsy, které mají vrcholové napětí 3 V jako logický stav bez rozlišení jejich kmitočtu.

Sonda má jediný aktivní prvek, kterým je integrovaný obvod CMOS 4011, což je, jak známo, obvod obsahující čtyři dvoustupňová hradla NAND. Vždy dvě a dvě hradla jsou zapojena jako generátory zvukového kmitočtu. Oba generátory jsou z hlediska zapojení prakticky totožné. První generátor, konstruovaný s hradly  $H_3$  a  $H_4$  kmitá na kmitočtu 1 až 2 kHz. Velký možný rozptyl kmitočtu je dán tím, že kmitočet závisí na napájecím napětí, které může mít značné rozdíly. Druhý generátor kmitá na kmitočtu o několik stovek hertzů nižším. Kmitočet obou generátorů je určen časovou konstantou článků RC, zapojených v kladné zpětné vazbě.

Činnost si popíšeme podle schématu zapojení na obr. 80. Sonda má dva vývody. Zemnicí, který spojíme s nulou napájecího napětí nebo s kostrou přístroje, v němž sledujeme logické úrovně napětí. Druhým vývodem je kontrolní hrot, označený na schématu jako svorka  $K_1$ . Dotkneme-li se kontrolním hrotem místa, v němž je úroveň log. 0, tak podle hesla „kde nic není, ani smrt nebere“ sonda nebude reagovat vůbec. Dotkneme-li se místa, v němž je elektrické napětí alespoň +3 V, dostane se v sondě toto napětí přes diodu  $D_1$  na  $C_2$  a tím i na napájecí přívod 14 integrovaného obvodu. To stačí k tomu, aby první generátor (s hradly  $H_3$  a  $H_4$ ) začal kmitat a ve sluchátkách S1 se ozve tón. Druhý generátor je vlivem nulové napěťové úrovně na vstupu 1 hradla  $H_1$  zablokovan.

V případě, že se měřicím hrotem  $K_1$  dotkneme místa, v němž jsou impulsy nebo jakékoli střídavé napětí, projde tento signál vazebním kondenzátorem  $C_1$  na usměrňovací diody  $D_2$  a  $D_3$  a tím se vytvoří stejnosměrné napětí na vstupu 1 hradla  $H_1$ . Pak začne kmitat zároveň s prvním generátorem i druhý generátor. Protože signálem druhého generátoru se moduluje signál prvního generátoru, dostaneme na výstupu signál, jehož kmitočet je rozdíl kmitočtů generátorů.



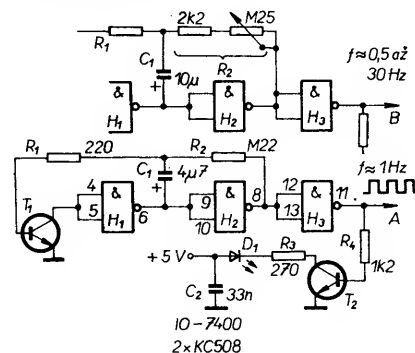
Obr. 80. Logická sonda bez vlastního napájení ( $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$ )

Protože kmitočet signálů generátorů se mění s napájecím napětím u obou generátorů stejně, je rozdílový kmitočet i při rozdílných úrovních poměrně stálý.

Co říci závěrem? V podstatě je třeba upozornit na Achillovu patu celé konstrukce. Jasně je, že ideální je takový měřicí přístroj, který v měřeném místě nebude zkoumaný integrovaný obvod vůbec zatěžovat. U popisované sondy má největší spotřebu proudu sluchátko S1. Použijeme-li běžné krystalové sluchátko a volíme-li omezovací rezistor  $R_4$  o odporu asi 10 k $\Omega$ , bude jím téci proud asi 0,5 mA. Místo sluchátka bychom však s výhodou mohli použít zvukový budík z rozbitých digitálních hodinek, který může být stejně jako sluchátko umístěn přímo v sondě, protože předpokládáme, že při používání je sonda neustále poměrně blízko hlavy a tedy i ucha. Při použití hodinkového budíče zvukového signálu se odběr proudu zmenší pod 0,1 mA a odpor rezistoru  $R_4$  můžeme i mírně zvětšit.

## Aktivní sonda pro obvody TTL

Zejména při ožívování přístrojů a opravách se používá celá řada nejrůznějších pomůcek. Jsou nezbytné proto, že orientace v zařízení s klasickými měřicími přístroji typu ampérmetr, voltmetr je velmi obtížná. Popisovaná aktivní sonda podle obr. 81 je generátorem impulsů se střídou 1:1, výstupními úrovněmi log. 0 a log. 1, které se střídají s velmi malou četností, asi 1 Hz. Použití sondy je zřejmé. Je to zejména při kontrole obvodů, které obsahují klopné obvody R-S, čítače, komparátory apod. Všechny, které je vhodné přetvořit dynamicky v činnosti překlápění, čítání apod. Aktivní sonda s takovým kmitočtem výstupních impulsů je něco jako signální generátor při opravě rozhlasového přijímače. Impulsy se přivádějí na vstupy zařízení a sleduje se jejich průchod jednotlivými dalšími obvody. Kmitočet impulsů je tak nízký proto, abychom je mohli indikovat prakticky každým zařízením, indikujícím logické úrovně.



Obr. 81. Aktivní sonda pro číslicovou techniku

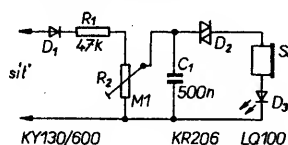


Činnost aktivní sondy podle schématu na obr. 81 je triviální. Základem je astabilní multivibrátor s hradly  $H_1$  a  $H_2$  s tranzistorem  $T_1$ . Kmitočtet určuje časová konstanta článku  $C_1 R_2$ . Tranzistor  $T_1$  je použit jen jako indukční oddělovací člen, protože hradla TTL mají poměrně malou vstupní impedanci a impulsy tak nízkých kmitočtů bychom získávali jen velmi nesnadno. Hradlo  $H_3$  je zapojeno jako invertor a oddělovací člen. Sonda má indikaci svítivou diodou  $D_1$ , která nejen že indikuje činnost sondy (tedy její zapnutí), ale zároveň se rozsvěcí a zhasíná v rytmu generovaných impulsů. Abychom zbytečně nezmenšovali již tak dost malou výstupní impedanci zařízení, spíná se dioda  $D_1$  přes oddělovací tranzistor  $T_2$ . Na schématu je ještě kreslena další varianta zapojení (B), u níž je možno měnit kmitočtet generovaných kmitů v rozsahu asi 0,5 až 30 Hz.

Sonda může mít vlastní napájení +5 V nebo může být napájena (jak je ostatně obvyklé u těchto zařízení) ze zdroje kontrolovaných obvodů. Napájení není ve schématu kresleno, napájecí napětí je přivedeno na vývod 14 integrovaného obvodu IO 7400.

### Elektronická zkoušečka přítomnosti síťového napětí

Uvedené zapojení představuje v podstatě fázovou zkoušečku, která dokáže jak světlem, tak zvukem indikovat přítomnost síťového napětí. Běžně používané typy Vadas apod. pracují na principu vtahování ocelového jádra do cívky. Jádro na pružině „bzúčí“ a jeho poloha indikuje orientačně velikost napětí. Jinou metodou je indikování přítomnosti „fáze“ síťového napětí pomocí doutnavky. Doutnavka neodebírá prakticky žádný proud, pracuje s příčnými proudy řádu mikroampér. To je v mnohých případech spíše nevýhoda. Mnohdy s ní můžeme totiž indikovat přítomnost síťového napětí i v případě, že se obvod uzavírá přes rezistor s velkým činným odporem.



Obr. 82. Elektronická zkoušečka síťového napětí

Popisovaný indikátor podle obr. 82 má zcela jednoduché, principiálně průhledné zapojení. Síťové napětí, které indikujeme, se jednoduše usměrní diodou  $D_1$ .  $R_1$  je pouze omezovací člen. Trimrem  $R_2$  nastavujeme stejnosměrnou úroveň napětí na kondenzátoru  $C_1$ . Kondenzátor  $C_1$  se ovšem přes rezistory  $R_1$  a  $R_2$  nabíjí v určitém reálném čase. Jakmile úroveň napětí na kondenzátoru  $C_1$  dosáhne úrovně napětí diody  $D_2$ , projde sluchátkem  $SI$  a svítivou diodou  $D_3$  proudový impuls. Kondenzátor  $C_1$  se vybíje a nabíjecí proces kondenzátoru  $C_1$  se periodicky opakuje. Indikované napětí se projevuje jak světelnými, tak zvukovými impulsy.

Jak plyne z popisu, indikace začne pracovat až od určité úrovně napětí, kterou lze nastavit odporovým trimrem  $R_2$ . Takže v praktickém případě indikuje zkoušečka

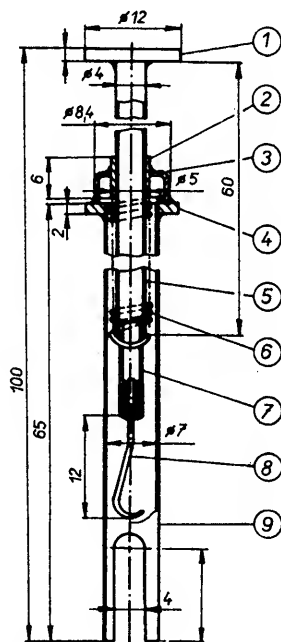
např. všechna síťová napětí větší než 210 V.

Co říci k součástkám této praktické pomůcky? Kondenzátor  $C_1$  může být i elektrolytický, dimenzovaný na napětí minimálně 50 V. Rezistory  $R_1$  a  $R_2$  musí být na zatížení minimálně 0,5 W. Při stavbě je třeba dbát na všechny bezpečnostní předpisy – přístroj je přímo spojen se sítí!

### Třetí ruka

Při pájení a zejména tehdy, když potřebujeme z desky s plošnými spoji vypájet nějakou součástku, nám naše dvě ruce nestačí. Potom se hodí pomůcka, kterou nazýváme „třetí ruka“. Je to něco jako elektrikářská aplikace známého operačního peánu, používaného v chirurgii.

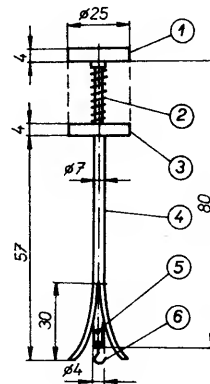
Jak se s takovou pomůckou pracuje? Opřeme ji o desky s plošnými spoji a pájenou součástku, tj. kondenzátor, rezistor, tranzistor, diodu či integrovaný obvod zahákneme některým z jejích přívodů za háček (obr. 83) „třetí ruky“. Háček je na táhlu, které je přes pružinu vtahováno dovnitř a vyvíjí stálý tlak směrem ven z desky s plošnými spoji. My pak máme obě ruce volné pro pájení. Jednou držíme desku s plošnými spoji, nebo



Obr. 83. Mechanická pomůcka, známá jako „třetí ruka“

celý přístroj a druhou rukou páječku. Po ohnutí cínu součástka sama z desky s plošnými spoji „vyleze“.

Uvádím dvě varianty možného provedení. Nejprve tu složitější: Všechny základní rozměry jsou zakótovány v sestavě obr. 83. V horní části je tlačítko, poz. 1, které lze zhotovit nejlépe z mosazi o  $\varnothing 12 \times 2$  mm, do něhož je zapájena měděná tenkostěnná trubice o  $\varnothing 4$  mm, dlouhá 60 mm, poz. 5. Na dolním konci této trubice je vsazen čep, poz. 7, který má zatmelený háček, poz. 8, z ocelového drátu o  $\varnothing 0,5$  mm. Na trubici je natažena tažná ocelová pružina, např. z kuličkové tužky. Přes tento celek je přetažena ještě jedna trubice, poz. 9. Ta má  $\varnothing 7$  mm, délku 65 mm a dole výřez  $4 \times 12$  mm. Tato trubice se svým výřezem opírá o desku s plošnými spoji a výřez slouží k tomu, aby vytahovaný vývod pájené součástky s háčkem měl prostor pro vtahování do trubice. V horní části



Obr. 84. Nejjednodušší provedení „třetí ruky“

má trubice ještě přírubu 4 s krytkou 3. Při stlačení tlačítka vůči přírubě 4 vysuneme háček až přes okraj rozříznutého konce trubice. Háček zachytíme za drátový přívod součástky nebo třeba za špičku tranzistoru.

Druhé provedení podle obr. 84 a fotografie na 2. straně obálky je výrobně mnohem méně náročné. Lze je celkem snadno zhotovit i ve velice skromných podmínkách domácí dílny. V podstatě to je stejné zařízení, jen značně mechanicky zjednodušené a rozměrově mírně větší. Je zde opět mosazné tlačítko, poz. 1, ve kterém je zašroubováno táhlo 5 z ocelové tyčky o  $\varnothing 4$  mm. Na táhlo je v horní části navlečena tlačná pružina, která je dolním koncem opřena o přírubu 3. V přírubě je provrtána díra o  $\varnothing 4,1$  mm pro táhlo a zároveň natupo připájena trubice 4 o  $\varnothing 7$  mm, která je v dolní části rozříznuta. Podle druhu součástek je možné rozříznutý konec ještě roztáhnout tak, jak je to patrné z fotografie. V táhlu je zatmelen háček z ocelového drátu, kterým se stejným způsobem jako u prvního zařízení při pájení vytahují samočinně součástky z desky s plošnými spoji.

Zkušenosti s touto pomůckou jsou výborné. Použije ji jistě každý, kdo často pracuje s páječkou při opravách jakýchkoli elektronických zařízení.

### Spojování vodičů a desek v elektronice

Současná elektronická zařízení se skládají z velkého množství prvků, které jsou mezi sebou vodivě propojeny. Jak víme, propojujeme je obvykle měděnými dráty nebo lanky. Klasická šasi, užívaná v dobách elektronek, jsou dnes nahrazena laminátovými deskami plátovanými mědí, na nichž odleptaná měď tvoří síť propojů a laminát je zároveň základním nosným materiálem pro použité prvky. Desky s plošnými spoji umožnily zavést strojní pájení, nicméně ruční pájení zůstává jako jeho doplněk. U malovýrobů a amatérů je ruční pájení cínovými pájkami nosnou technologií pro spojování desek, vodičů, součástek na panelu, konektorů atd. Pro úplnost je nutno vědět, že to není technologie jediná, mnohdy paralelně (i na stejném zařízení) musí výrobce použít i jiná spojení.

#### a. Svařování

Svařování plamenem nebo obloukem je vhodné jen pro některé aplikace v silnoproudé elektrotechnice. V naší oblasti zájmu se dosud používá svařování odporové, zejména pomocí bodovek nebo kondenzátorových

svářeček. Běžnou součástí je např. elektrolytický kondenzátor. Ten má hliníkové pouzdro, které má zároveň, jak známo, i „vnitřní“ funkci – je záporným pólem. Měděný drát, sloužící jako přívod, bývá na hliníkové pouzdro přivařen natupo. Podobně se připojuje např. čepička uhlíkových rezistorů. Současné spoje mají podstatně větší tepelnou odolnost. Jejich používání je však v běžné praxi omezeno, používá se tedy zejména u součástek a dílů, které jsou hodně tepelně namáhány (např. žárovky apod.).

#### b. Šroubové spoje

Pod šroub vkládáme drátová oka nebo oka z mosazného plechu. Často se používají šroubovací svorkovnice, u nichž se dráty zasouvají pod upravený spoj přímo, pouze zbavené izolace. Šroubové spoje jsou běžné u instalačního materiálu jako jsou zásuvky, krabice, vidlice, lustry, rozvaděče apod. Obecně lze říci, že jde o relativně drahé spojení s poměrně malou spolehlivostí. Vhodné je dodržovat doporučení výrobce a normy vztahující se k průřezům vodičů. U proudových zatížení nad 5 A se těmto spojům musí věnovat zvláštní pozornost. Známé jsou problémy se spojováním hliníkových kabelů, u nichž je nutno čas od času šrouby spojů utáhnout. Spoj je v každém případě nebezpečný ve vlhkém a agresivním prostředí. Z mechanického hlediska je ovšem spoj velmi pevný.

#### c. Konektorové a nýtované spoje

Konektorů se dnes vyrábí podle účelu a použití obrovská řada nejrůznějších typů. Od jednoduchých jednodrátových konektorů používaných v osobních automobilech až po mnohadrátové konektory FRB, určené pro spojení složitých desek s plošnými spoji. Při zvětšování spolehlivosti zařízení se konstruktéři konektorům snaží vyhnout. Je třeba uvést, že tzv. kosmické spolehlivosti se dosahuje prakticky dvěma způsoby: Co největší integrací (takže i relativně velice složitá zařízení mají co nejméně propojů a konektorů) a zálohováním důležitých obvodů s automatickou majoritou.

#### d. Ovíjené spoje

Před více než třiceti lety byly ovíjené spoje módním trendem. Umožňovaly automatické propojování stojanů s vanami plyných desek na konektorech. Příkladem jsou některé typy počítačů, telefonních ústředěn nebo řídicích systémů. Ovíjený spoj má však omezené použití. Prakticky se hodí jen pro málo proudově zatížené vodiče malých průřezů. Vyžaduje speciální vývody s hranatým průřezem na konektorech. Ovíjené spoje se opravují měkkou cínovou pájkou. Při technologické nezádnosti je častý výskyt nepříjemných poruch, obvykle jsou to ulomené vývody apod.

#### e. Pájení

Pájení je stará, klasická a zároveň nejrozšířenější metoda spojování, používaná v elektronice. Jak bude dále uvedeno, dělí se podle druhu pájky na pájení měkké a tvrdé. Nejběžnější je však pájení cínovými pájkami, jak u velkovýrobci, tak u amatérů. Obecně lze říci, že díky vědecky propracovaným pájecím metodám jde prakticky o nejspolehlivější způsob spojení, ovšem pokud se dodržují určité technologické zásady. U ručně pájeného spoje je spolehlivost asi  $5 \cdot 10^{-9} \text{ hod}^{-1}$ . Strojní pájení s následnými kontrolami dokáže zlepšit statistickou spolehlivost jednoho spoje o dva až tři řády. Proto dnes každý větší výrobce elektronik-

#### Přehled měkkých pájek

| Typ slitiny | ČSN     | Teplota pájení [°C] | Použití                                    |
|-------------|---------|---------------------|--|
| PbSn4       | 42 3738 | 320÷370             | podřadné spoje, úprava karosérií           |
| PbSn18      | 42 3637 | 270÷320             | méně důležité spoje                        |
| PbSn25      | 42 3636 | 270÷320             | běžné účely Cu, Ms                         |
| PbSn30      | 42 3635 | 250÷300             | pozinkované a pocínované plechy            |
| PbSn40      | 42 3634 | 230÷280             | slitiny mědi, ocel                         |
| PbSn50      | 42 3657 | 210÷270             | jemné pájení součástek přístrojů           |
| SnPb40      | 42 3655 | 190÷240             | jemná mechanika a elektrotechnika          |
| SnPb10      | 42 3653 | 220÷270             | potravinařský průmysl a lékařské přístroje |
| PbSn15Ag    | 42 3632 | 290÷330             | elektrotechnika a dynamicky namáhané spoje |
| PbAg2,5Cu   | 42 3630 | 310÷350             | elektrotechnika                            |

#### Přehled tvrdých stříbrných pájek

| Typ slitiny    | ČSN     | Teplota pájení [°C] | Použití  |
|----------------|---------|---------------------|--|
| Ag10CuZn       | 42 3805 | 850÷900             | tlustostěnné části   |
| Ag15CuZn7      | 42 3806 | 800÷850             | tenké a střední tloušťky   |
| Ag25CuZn       | 42 3808 | 880÷920             | plechu z Cu a slitin Cu  |
| Ag30CuZnCd     | 42 3809 | 810÷850             | jemné pájení slitin Cu   |
| Ag45CuZn       | 42 3811 | 750÷800             | tlakem namáhané spoje Cu a slitin Cu                                 |
| Ag50CuZnCd     | 42 2813 | 690÷740             | slitiny mědi a nerezavějící oceli, tenkostěnné odlitky a pásové pily |
| Ag60CuZn       | 42 3822 | 760÷800             | stříbro a jeho slitiny, měděné vodiče                                |
| Ag66CuZn       | 42 3815 | 770÷820             | slitiny Ag a Cu  |
| Ag28,5CuMnNiZn | 42 3825 | 750÷780             | spoje v elektrotechnice  |
| Ag99,5         | 42 3819 | 960÷1000            | nerezavějící oceli a pevné nástrojové spoje                          |
|                |         |                     | spoje v elektrotechnice  |

#### Speciální pájky pro strojní pájení

| Složení a příměsi [% hm.]      | Sn60Pb       | Sn62PbAg     | Sn63Pb       | Sn5Pb        | Sn10PbAg    | Sn96Ag     |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|
| Cín min/max                    | 59,5<br>61,5 | 61,5<br>62,5 | 62,5<br>63,5 | 4,5<br>5,5   | 9,0<br>11,0 | zbytek     |
| Olovo                          | zbytek       | zbytek       | zbytek       | zbytek       | zbytek      | max. 0,10  |
| Antimon min/max                | 0,20<br>0,50 | 0,20<br>0,50 | 0,20<br>0,50 | max<br>0,50  | max<br>0,20 | —          |
| Vismut max                     | 0,25         | 0,25         | 0,25         | 0,25         | 0,03        | —          |
| Stříbro min/max                | max<br>0,015 | 1,75<br>2,25 | max<br>0,015 | max<br>0,015 | 1,7<br>2,4  | 3,6<br>4,4 |
| Měď max                        | 0,08         | 0,08         | 0,08         | 0,08         | 0,08        | 0,20       |
| Železo max                     | 0,02         | 0,02         | 0,02         | 0,02         | —           | —          |
| Zinek max                      | 0,005        | 0,005        | 0,005        | 0,005        | 0,005       | 0,005      |
| Hliník max                     | 0,005        | 0,005        | 0,005        | 0,005        | 0,005       | —          |
| Arzén max                      | 0,03         | 0,03         | 0,03         | 0,02         | 0,02        | 0,05       |
| Kadmium max                    | 0,001        | 0,001        | 0,001        | 0,001        | 0,001       | 0,005      |
| Ostatní příměsi souhrnně       | 0,08         | 0,08         | 0,08         | 0,08         | 0,10        | —          |
| Síra max                       | 0,001        | 0,001        | 0,001        | 0,001        | 0,001       | 0,001      |
| Fosfor max                     | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01        | 0,01       |
| Teplota solidu – přibl. [°C]   | 183          | 179          | 183          | 308          | 268         | 221        |
| Teplota likvidu [°C]           | 191          | 179          | 183          | 312          | 290         | 221        |
| Doporučená teplota pájení [°C] | 260          | 260          | 260          |              |             |            |

kých zařízení strojní pájení používá a jeho zavedení je praktickou nezbytností, neboť kvalita a spolehlivost spojů dnes určuje přímo úměrně kvalitu a spolehlivost celého zařízení.

I u velice kvalitně pájených zařízení je stále 50 % všech závad ve spoích. Navíc velké procento poruch použitých součástek má svůj důvod opět v kontaktech a spoích. Např. určíme-li jako závadu vadný rezistor, tak opět z více než 50 % měl špatně „nakontaktovanou“ čepičku na základním tělese, totéž platí i o integrovaných obvodech. Z rozborů plyne, že nelze zvětšovat spolehlivost v elektronice bez toho, aniž bychom nejprve nelepšili spolehlivost spojů a propojů. To platí nejenom pro profesionální výrobce, ale i pro amatéry nebo i začínající drobné výrobce.

## Pájky

Pájením rozumíme spojení dvou kovových součástí pomocí roztaveného kovu, kterému říkáme pájka. Aby bylo spojení dokonalé, musí mít jak spojované kovy, tak pájka určité fyzikální vlastnosti. Základní podmínkou je, že pájka musí mít mnohem nižší bod tání než jsou body tání materiálů spojovaných součástí. Pájený spoj je dobrý jen tehdy, když se na hranici styku pájky se spojovaným kovem vytvoří souvislá mezivrstva. Ta vlastně utváří kvalitu spojení a určuje jeho jak mechanické, tak elektrické vlastnosti. Technický vtíp, na němž je vlastně založené dobré spojení cínovými pájkami je dán fyzikálními vlastnostmi cínové taveniny. Cínová technika představuje pro většinu kovů silné a agresivní rozpouštědlo. To znamená, že na povrchu smáčeného kovu vznikne „intermetalická“ sloučenina, která umožňuje dobré smáčení pájkou. S cínem dobře reaguje měď a všechny její slitiny, zejména mosaz a bronz. Dobrou smáčivost v cínové tavenině má zinek, zlato, stříbro a samozřejmě i jejich slitiny. Dobře smáčivý je kupodivu i hliník, ovšem pokud jeho povrch není pokryt kyslíčkovou vrstvou. Jak víme, hliník a jeho slitiny se kyslíčkovou vrstvou pokrývají samovolně i na vzduchu a to prakticky ihned jen za působení běžné vlhkosti a atmosférického kyslíku. Všechny pokusy o praktické pájení hliníku jsou z tohoto pohledu založeny na způsobech, jak zlepšit smáčivost hliníku tím, že se působení kyslíčkové vrstvy na povrchu kovu neutralizuje.

Nejlépe odolným kovem je kupodivu železo. To se z běžných kovů v cínové tavenině nejhůře rozpouští. To znamená, že např. nejodolnějším materiálem na hrot páječky je „železo“. Z praxe víme, jak často musíme vyměňovat nebo upravovat měděné hroty páječek – proto by byl hrot „železný“ optimální, má však horší tepelné vlastnosti a je hůře smáčivý.

Zárukou dobrého pájení tedy v podstatě určuje základní vlastnost pájky, kterou nazýváme smáčivost. Smáčivost je schopnost pájky se spojit se základním pájeným materiálem při doporučené teplotě taveniny. Pájka musí mít dobrou vzlinavost, „zabíhavost“, přilnavost se schopností vytvořit se základním materiálem tuhý roztok v tenké, souvislé mezivrstvě na celém povrchu. Smáčivost se

## Přehled tvrdých mosazných a hliníkových pájek

| Typ slitiny | ČSN     | Pracovní teplota [°C] | Použití                               |
|-------------|---------|-----------------------|---------------------------------------|
| ECu         | 42 3006 | 1100÷1150             | ocel, nikel, slitiny                  |
| MsNi8       | 42 3371 | 900÷940               | ocel, slitiny Cu-Ni, Ni a slitiny     |
| Ms60SiSn    | 42 3228 | 850÷910               | ocel, slitiny, Cu slitiny             |
| Ms60Ag      | 42 3227 | 900÷940               | měď v elektrotechnice                 |
| CuP8        | 42 3370 | 710÷760               | Cu a armatury ze slitin Cu            |
| Ms54        | 42 3372 | 890÷940               | nánosové pájení Cu a slitin Cu, oceli |
| Ms36        | 42 3374 | 810÷860               | mosazi do 68 % Cu                     |
| AlSi5       | 42 4232 | 625÷640               | Al a Al-Mn                            |
| AlSi12      | 42 4230 | 580÷630               | AL, Al-Si, Al-Mg-Si                   |

číselně (stejně jako smáčivost jiných kapalin) určuje velikostí úhlu, který svírá tečna kapky roztavené pájky v místě styku se základním materiálem. Zkoušky pájitelnosti jsou určeny normami. Poněkud zastaralá je ČSN 34 57 70, Zkoušky odolnosti proti vnějším vlivům a Zkoušky pájitelnosti. Doplnkovou normou je ČSN 05 0040, Pájení kovů, základní pojmy. V odborné literatuře se uvádí, že pro strojní pájení tato norma již nevyhovuje. Stejný problém řeší normy IEC mnohem přísněji a výrobci či dodavatelé strojního zařízení pro pájení v elektronice vyžadují, aby používané pájky měly zpřísněné vlastnosti podle IEC 68 2 20 a 68 2 54. Většina základních požadavků kladených na použitou pájku se vztahuje k množství nežádoucích příměsí různých kovů. Pro praxi je důležité, že nežádoucí příměsí se mohou vyskytovat už přímo v nakoupené pájce. Pokud pájíme ručně třeba trubčickým cínem, není množství nečistot tak rozhodující, pokud se však pájí máčením, je třeba počítat i s tím, že se používaná tavenina časem (prostředím) znehodnocuje.

Nečistoty, obsažené v tavenině, mají na vlastnosti pájky tyto vlivy:

měď – zmenšuje tekutost pájky, pájka je po ztuhnutí křehká a tvrdá,

zlato – pájka je po ztuhnutí zrnitá a křehká, kadmium – pájené spoje jsou porézní, křehké, pájka špatně a pomalu zatéká,

zinek – pájka je po ztuhnutí hrubá, zrnitá a porézní. Na povrchu pájky se po ztuhnutí tvoří dendritické obrazce,

hliník – pájka je špatně tekutá, je porézní a na jejím povrchu se tvoří dendritické obrazce,

antimon – důležitá příměs cínové pájky. Při jeho nedostatečném množství v pájce se projevuje velice brzy tzv. cínový mor. Při jeho nadměrném množství je pájka křehká,

železo – intermetalická sloučenina FeSn<sub>2</sub> je nepájivá a na povrchu spoje působí potíže při opravách,

arzén – vyvolává tvorbu drobných útvarů, podobných puchýřkům,

vismut – snižuje provozní teplotu spoje,

stříbro – povrch pájky je bez lesku, přítomnost stříbra zhoršuje schopnost rozpouštět některé kovy, zhoršuje tedy vůči nim i smáčivost. Přesto se u některých speciálních pájek používá, zvyšuje tavící teplotu pájky,

nikel – tvoří puchýřky a těžko rozpustné sloučeniny.

Obecně se pájení rozděluje na tzv. měkké (použitá pájka má bod tání nižší než 500 °C) a tzv. tvrdé (bod tání je vyšší než 500 °C).

Měkká pájka je prakticky vždycky slitinou cínu a olova. Nejlepší pájky mají kolem 60 % cínu. Pájky s malým obsahem cínu se hodí zejména pro klempířské práce. Pro elektro-

niku a zejména strojní pájení musí mít pájka přesně stanovené množství nečistot. Limitem železa a mědi je množství 0,1, popř. 0,05 %. Zinek zhoršuje smáčivost už v množství kolem 0,001 %. Naopak vismut a kadmium se někdy úmyslně přidávají, neboť snižují bod tání a na smáčivost mají relativně malý vliv.

Přehled některých u nás používaných pájek je ve čtyřech tabulkách. V první jsou běžné měkké pájky, ve druhé pájky pro strojní pájení. Poslední dvě tabulky představují tzv. tvrdé pájky.

Tvrdým pájením, jak už bylo uvedeno, se rozumí pájení při teplotách vyšších než 500 °C. K ohřevu pak již nestačí běžné elektrické páječky. Používá se kyslíkoacetylenový plamen, zařízení k indukčnímu ohřevu, odporovému svařování, mnohdy i za působení tlaku. Používají se i „svářecí“ lisy, s nimiž se pájí pod tlakem za současného průchodu elektrického proudu, který budoucí spoj ohřívá.

Hoďně používané tvrdé pájky jsou stříbrné. Jejich přehled je v tabulce. Používají se především v silnoproudé elektrotechnice proto, že spoj má výborné elektrické vlastnosti, zejména dobrou elektrickou vodivost, dobrou odolnost proti korozi a dobrou mechanickou pevnost. Jsou však bohužel dosti drahé a tak se z cenových důvodů používají také mosazné a hliníkové pájky, jejich základní přehled je v tabulce. Mosazné pájky s obsahem mědi menším než 60 % mají sice nízký bod tání, ale vytvářejí křehké spoje. Nepříznivé je i odpařování zinku, což vytváří nebezpečí vzniku pórů a bublinatost spoje. Proto různé typy těchto pájek obsahují ještě množství příměsí různých kovů, které tyto vlastnosti potlačují.

Lze říci, že tvrdé pájení nahrazuje sváření tam, kde sváření není možné, to je např. u titanu, nebo např. u nyní hojně používaných spékávaných kovů. Destičky ze spékávaných kovů se připevňují do držáků rychlořezných nástrojů dosud pouze tvrdým pájením. Tvrdým pájením se připevňují i umělé diamanty nebo kyslíčnický jako je elbor apod.

Vrátíme-li se zpět k nejpoužívanějšímu pájení měkkou cínovou pájkou, tak si musíme říci ještě něco: Pájitelnost, která je vlastně úměrná schopnosti se smáčet v roztavené lázni pájky, je také zhoršována nečistotami, různými kyslíčnickými, mastnotou, případně špatně odstraněnou izolací apod. Pro pájení je proto nutné mít všechny díly dokonale čisté a odmaštěné, za ideální se považuje, jsou-li díly předem pocínované buď smáčením nebo galvanicky.

Velmi nepřijemnou vlastností cínových slitin je tak zvaný cínový mor. Projevuje se prakticky tak, že cínová slitina rekrystalizuje, mění se její struktura na hrubší zrna. Cín zseďne, ztratí mechanickou pevnost a drolí

se. Proces rekrystalizace v literatuře byl dostatečně popsán a je známý velmi dlouho. Cínovým morem trpí někdy i nádoby na starých hradech a v muzeálních sbírkách. Rekrystalizace začíná obvykle po velkých teplotných šocích při trvale nízkých teplotách. Nej náchylnější jsou k ní slitiny, které byly taveny při vyšších teplotách. Proto jsou nejvíce ohroženy spoje, u nichž byla cínová pájka „přehřátá“.

#### Tavidla

Užívání tavidel, která usnadňují pájení, je technicky nutné. Tavidlo působí především chemickou reakcí, která podporuje smáčivost pájky, chrání očistěné pájené kovy a pájku během pájení před oxidací. Musí mít takovou viskozitu, aby napomáhala roztékavosti pájky. Nejdůležitější vlastností je vliv tavidla na povrchové napětí roztavené pájky, které zabraňuje tvorbě můstků a krápníků. Povrchové napětí taveniny se tavidlem mnohonásobně zmenšuje, takže tavenina se dobře rozlévá, netvoří se kuličky a tavenina dobře zatéká i stěká při namáčení.

Obecně platí, že tavidla pro ruční a strojní pájení nejsou vzájemně zaměnitelná. Příkladem jsou hojně používaná vodou rozpustná tavidla pro strojní pájení, která obsahují polyglykoly. Použijeme-li je při ručním pájení, tak teplota pájecího hrotu vyšší než 260 °C, nutná pro vznik teplotního spádu při pájení, vyvolá polymeraci. Vzniklé sloučeniny pak už prakticky nelze ze spoje odstranit jinak než mechanicky.

Pro cínové pájky užívané v elektronice se v současné době používají tři hlavní typy tavidel. Již vzpomínaná vodou rozpustná tavidla s polyglykoly, tavidla kalafunová a tavidla s malým obsahem sušiny. V zásadě platí, že každé tavidlo je za určitých podmínek chemicky aktivní a nekorozivnost je sporná i u čisté kalafuny.

Pro amatérské pájení, při němž se používá tzv. trubičkový cín, by v této souvislosti měla platit zásada, že jako doplňkové tavidlo (protože jak známo trubičkový cín už obsahuje v trubičce aktivovanou kalafunovou směs) lze používat pouze čistou kalafunu. Vhodné je ji rozpustit v čistém lihu a nanášet ji jako kapalinou, příp. mít na kalafunu speciální ohřívání kelímkem s termostatem a nanášet ji teplotou. Moderní výzkumy ukazují, že ideální je vždy po pájení všechny zbytky tavidla odstranit.

Elektronické obvody s logikou TTL nejsou moc citlivé na svodové proudy. Při napájecím napětí 5 V je proud potřebný pro překlopení hradla asi 20 mA – proto se obvykle nemusíme u dobře pájených součástek obávat nesnází, ani když po pájení desku s plošnými spoji neošetříme. Použijeme-li však obvody CMOS, je potřebný proud asi 0,2 µA a již svodový proud kolem 5 až 10 pA vyvolává poruchy funkce. Při napětí 5 V odpovídá svodovému proudu 6 pA izolační odpor mezi vodiči 8,3 · 10<sup>11</sup> Ω. Přitom víme, že právě u obvodů CMOS můžeme používat mnohem větší napájecí napětí. Ze zkoušek prováděných na deskách s plošnými spoji běžného typu je známo, že izolační odpor mezi dvěma rovnoběžnými vodiči délky 26 mm se šířkou mezery 0,75 mm je po deseti denním působení prostředí s velkou vzdušnou vlhkostí v nejlepším případě asi 10<sup>11</sup> Ω, tedy téměř o řád menší, než požadovaný minimální svodový odpor. Plyne z toho nutnost řádně ošetřit desku s plošnými spoji po pájení: dokonale očistit nečistoty a odstranit zbytky tavidla

a pak desku natřít dobrým epoxidovým lakem (samozřejmě na dokonale vysušený podklad). Zároveň je nutné navrhovat spoje na desce tak, aby byly mezery mezi spoji co nejširší.

Čistá kalafuna má i dobré izolační vlastnosti, proto je zvykem používat ji i pro ošetření desky s plošnými spoji. Po vyvrtání děr se deska s plošnými spoji dobře umyje tak, aby se odstranily všechny mastnoty a nečistoty. Vhodná je např. voda s práškem na nádobí nebo jen kartáček a mýdlo. Pak se deska dokonale vysuší a natře se kalafunou rozpuštěnou v lihu. Po zapájení součástek se deska otře lihem a znovu se natře kalafunou v lihu. Výhoda tohoto druhu ošetření je zjevná: Při veškerých opravách a výměně součástek jsou všechny spoje dobře pájitelné. Takto ošetřená deska s plošnými spoji však vyhoví pro méně náročná zařízení, u nichž se není třeba obávat svodových proudů a která jsou umístěna v suchém, neagresivním prostředí.

#### Nástroje a prostředí pro pájení

Skládování (i manipulace) všech elektronických součástek vyžaduje suché neagresivní prostředí. Součástky se nesmí dostat do styku s kyselinami, s tuky a mastnotou. Jakákoli konzervace pomocí oleje, vazelíny apod., běžná ve strojírenství, je nepřijatelná. Známé jsou problémy s odstraňováním silikonových olejů z kontaktů relé. Silikonový olej je výtečné mazadlo střížných a lisovacích nástrojů, nicméně je prakticky z kontaktů neodstranitelný. Stejně podmínky platí i pro pájecí pracoviště. Má být v suchém, neagresivním prostředí s dobrým větráním, protože všechna tavidla (včetně kalafuny) dýmají. Pobyt v prostoru zamořeném výparů tavidel je minimálně nezdavý. Pracoviště musí být proto čisté, nemají se na něm vyskytovat žádné tuky, mastnoty, agresivní látky, kyseliny, oleje atd. Pracoviště musí mít dobré osvětlení, podle normy ČSN minimálně 1077 lx.

Pro odstraňování izolace z vodičů je nutné mít speciální kleště. Břity kleští se nastavují tak, aby dokonale nařizly izolaci a vodič přitom zůstal nepoškozen. Odstraňovat izolaci nožem nebo štipáckými kleštěmi je nevhodné. K odstranění izolace se též často používá teplo, zejména u lakovaných vodičů je možné konce vodičů namáčet do taveniny, pak „spálenou“ izolaci mechanicky očistit ještě za tepla a očistěné konce pocínovat. Vodiče musí být uštěženy bez břitů. V místech, kde je odstraněna izolace, musí být vodiče nepoškozené bez zářezů, vrypů, nastřížení atd.

Ruční páječky, pájecí stroje, pájecí zařízení včetně zařízení pro nanášení tavidla musí být konstruovány tak, aby z nich nemohla přecházet elektrická energie do pájených prvků. Elektroizolační odpor mezi pájeným předmětem a zemí nesmí být větší než 20 Ω. Uvedená zařízení nesmí udržovat a produkovat statické elektrické náboje. Mezi horkou špičkou pájecího hrotu a zemí nesmí být větší napětí než 2 mV. To jsou zásady platící zejména pro práci se součástkami typu CMOS, které se mohou poškodit již velmi malými proudy nebo statickou elektřinou.

Ideální, moderní ruční páječka by měla mít nastavitelnou teplotu hrotu s přesností ±6 °C. Velikost páječky (ale zejména jejího hrotu) musí být volena tak, aby umožňovala snadné pájení. V praxi to znamená, že jiný

druh páječky (např. tzv. mikropájku) bychom měli používat pro pájení drobných spojů s hustou sítí integrovaných obvodů, jiný pro pájení konektorů, jiný pro pájení kabelů. Pájecí hroty by měly být tedy úměrné velikosti pájených částí a velikosti pájeného spoje.

Pájecí hroty jsou vyráběny z mědi nebo z mosazi či některých bronzů. Musí se však vzhledem k agresivitě prostředí chránit povlakem jiného kovu. Běžné je jejich pocínování, při němž vzniklá intermetalická sloučenina cínu a mědi na povrchu hrotu poněkud zpomaluje ubývání hrotu. U velkých hrotů obvykle musíme čas od času hrot opílovat a znovu pocínovat. Některé moderní páječky mívají hrot „pozelezen“ některým druhem oceli s malým obsahem kyslíku. I takový hrot však musí být následně pocínován.

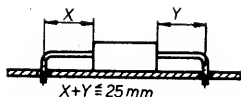
Páječka musí mít velkou rezervu výkonu, aby při pájení nedocházelo k velkému úbytku tepla. Zcela obecně platí, že hojně používané pistolové páječky se pro dobré a zaručené pájení vůbec nehodí. Nelze u nich zaručit téměř vůbec nic – obvyklé je u nich přepalování cínu, vznik studených spojů atd. Jejich používání se všeobecně nedoporučuje. V profesionální praxi se nepoužívají vůbec.

#### Zásady správného pájení

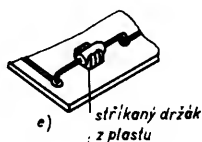
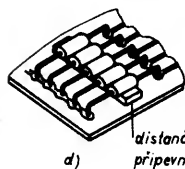
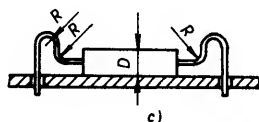
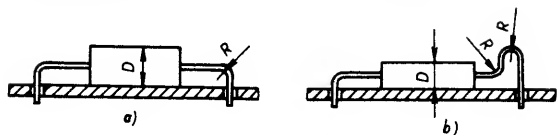
Pájení cínovou pájkou se jeví na první pohled jako velice jednoduchý úkon. Přesto, že zásady správného pájení jsou zcela triviální a k jejich dodržování je třeba jen určitá technologická kázeň spojená s minimem praktických znalostí, vyskytují se chyby při ručním pájení i u profesionálů.

Pájecí hrot musí být především pokryt tenkou vrstvou pájky. Dosahuje se toho tak, že nejprve nanese cínu s tavidlem na zahřátou pájku a pak se hrot otírá hadříkem, který nelíná chlupy. Může to být i běžná bavlněná tkanina nebo jemná kůže. Nevhodné jsou hadry tesilové, vlněné apod. Za ideální je považovanou pájení dvou součástí, které byly předem pocínovány. Pájené místo musí být před pájením dostatečně připraveno: Obě spojované součásti musí být těsně zafixovány na svém místě a musí být pokryty malou vrstvou tavidla. Postačí přitisknout na pájené místo hrot páječky, pokud možno tak, aby přenos tepla byl maximální v pájeném místě. Do pájeného místa postupně přidáváme cínovou pájku, která zároveň zprostředkovává lepší přenos tepla. Doba pájení musí být krátká, 2 až 5 sekund. Za tuto dobu se musí pájka roztéci a zaplnit všechny prohlubně. Pak oddálíme hrot páječky a necháme pájený spoj pomalu vychladnout. Během chladnutí se nesmí spojované části vzájemně pohnout. Také se nedoporučuje foukáním nebo přikládáním kovových předmětů chlazení urychlovat.

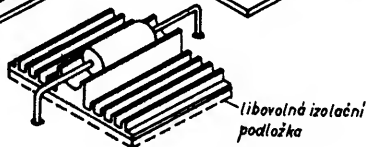
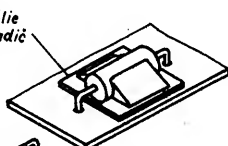
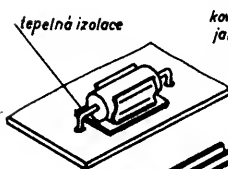
Zásada je, že ve spoji musí být dostatečné, nikoli však nadměrné množství cínu. K tomu, aby se cínu nepřepálil, musí být doba pájení krátká. V pájeném místě by se neměly spalovat či „připékat“ nečistoty a pájka musí vnitřek všech spojovaných částí dokonale smáčet bez „lunků“. U některých typů spojů, např. při pájení drátků do dutinek konektorů, pájení drátků do tenkých trubiček apod. je výhodné, jsou-li všechny díly napřed pocí-



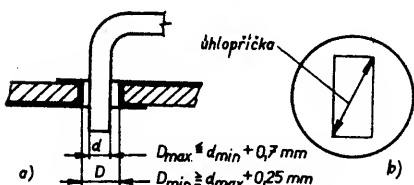
Největší společná délka přímé části vývodů



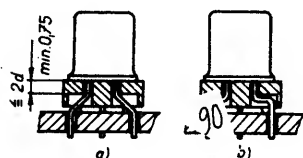
Různé způsoby provedení odlehčovacích ohybů



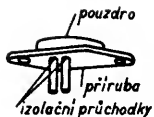
Typické druhy chladičů pro součástky s axiálními vývody



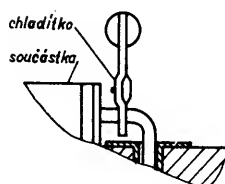
Největší a nejmenší vůle vývodů součástky v pokovené díře



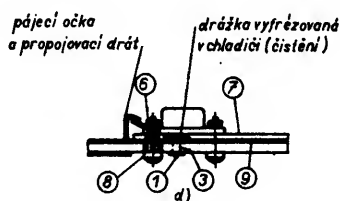
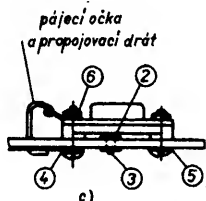
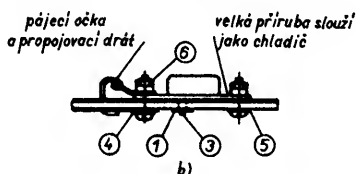
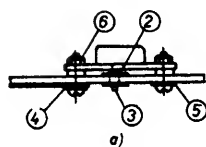
Příklad použití tuhé podložky s opěrkami; a) přípustné – tělo součástky spočívá pevně na podložce, všechny opěrky se dotýkají plochy desky, vývody jsou v dutinách podložky správně tvarovány, b) nepřipustné – nesprávně tvarované vývody



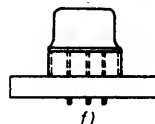
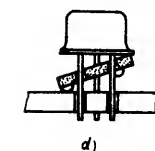
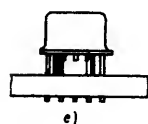
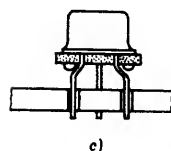
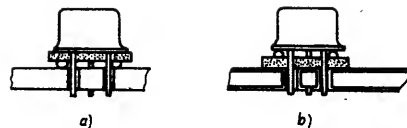
Pouzdro výkonového tranzistoru



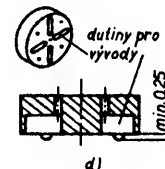
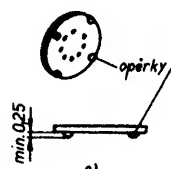
Případ použití chladička při pájení



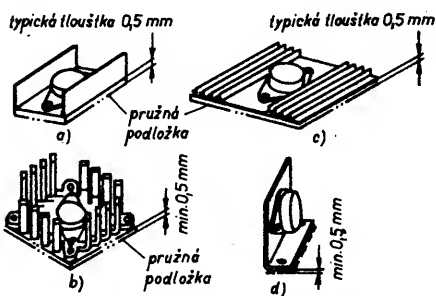
Montáž kovových pouzder výkonových součástek s pružnými podložkami; 1 – je-li pouzdro připevněno přímo na desku, musí být díry pro připájení vývodů nepokovené, 2 – o pokovených děr musí být pouzdro alespoň 0,5 mm nad deskou, 3 – „zušlechtěné“ vývody a vývody tlustší než 1,3 mm (průměr) se nesmí ohýbat, 4 – podložka mezi hlavou šroubu a vodičem na desce vylučuje poškození vodiče, 5 – podložka mezi hlavou šroubu a deskou vylučuje poškození desky, 6 – matice musí být pojištěny proti samovolnému povolnutí, 7 – chladič nebo příruba musí mít závit pro upevňovací šroub, 8 – pružné podložky pro odlehčení pájených spojů se vkládají mezi pouzdro a desku nebo mezi upevňovací šroub a desku 9 – izolační materiál mezi kovovým pouzdem a vodiči na desce



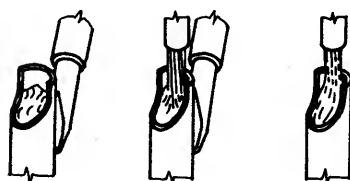
Příklady správného a nesprávného použití pružných podložek a opěrek; a) přípustné – součástka se dotýká podložky, opěrky mají dotek s deskou, b) nepřipustné – podložka je obrácená, podložka uzavírá pokovené díry, c) nepřipustné – podložka se nedotýká plochy desky, d) podložka je skloněná, základna se nedotýká celé dosedací plochy podložky, opěrky se nedotýkají plochy desky, e) přípustná – součástka je plně opřena o pružnou opěrku, opěrka se dotýká celou plochou desky, f) nepřipustné – pružná podložka zakrývá pájené spoje na straně součástek



Typické tvary podložek a opěrek; a) cívka s opěrkami, b) integrovaný obvod s pružnou integrovanou opěrkou, c) pružná podložka s opěrkami, d) tuhá podložka s opěrkami



Způsob připojení vodiče ke koncovému vývodu s očkem



Postup připájení vodiče u trubičkového vývodu



novány. Do dutiny vložíme správné množství tavidla i cínové pájky a pak spoj pouze na co nejkratší dobu ohřejeme.

K opravám spojů přistupujeme s největší opatrností. Starý cín nejprve ze spoje odstraníme. Můžeme použít některý z typů odsávacích. Někdy stačí pryžový balonek s trubičkou, používaný jinak jako fixírka. Dobrým „odsávacím“ tekutého cínu je i kabel z drobných měděných drátků. Drobné drátky působí na roztavený cín jako piják.

Pro dobré spojení cínovou pájkou si je třeba uvědomit i některé konstrukční zásady. Spojení cínovou pájkou má velmi malou mechanickou pevnost, žádnou odolnost proti dynamickému namáhání, nesnáší tepelné

šoky a nadměrné oteplení. Statické namáhání by nemělo překročit hranici asi 3,5 g na jeden spoj. Ale i u spojů, které vyhovují tomuto kritériu, musíme spoj chránit před dynamickým namáháním. To znamená, že prakticky každá součástka by měla být na desce s plošnými spoji nějakým způsobem upevněna. Každý tranzistor, dioda, rezistor i kondenzátor by měl být alespoň o desku s plošnými spoji opřen. Používat např. rezistory v poloze na výšku se nedoporučuje. Pod všechny součástky se doporučuje vkládat podložky, které součástky mechanicky fixují. Drátové vývody musí mít dostatečnou (ale ne nadměrnou) délku a mají být tak tvarově upraveny, aby neměly ostré rohy za záhyby.

Součástka z hlediska tepelného namáhání nás zajímá dvakrát. Při pájení musíme některé druhy nejen polovodičových součástek, ale i rezistorů s krátkými přívody apod. chránit různými typy měděných chladítek, abychom je teplem pájky nepoškodili. Obráceně u součástek, které mají příkon větší než asi 0,5 až 1 W, bychom měli znát jejich maximální oteplení. U nich je nebezpečí ohřívání plošných spojů i cínového spojení. Používané chladíče mají být od desky s plošnými spoji odděleny buď vzduchovou mezerou nebo izolační podložkou.

Spojujeme-li dva vodiče, tak v žádném případě nepoužíváme tzv. spojení natupo.

Ideální je, jsou-li vodiče před pájením vzájemně ovínuty, nebo jinak mechanicky zafixovány.

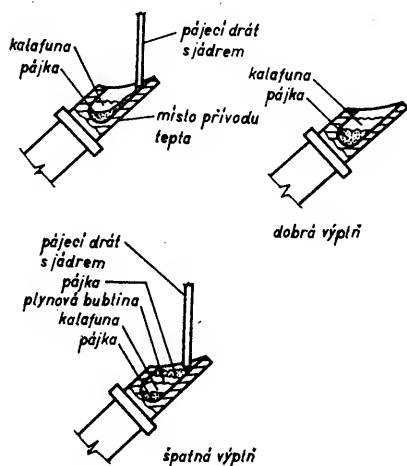
### Kontrola jakosti pájených spojů

Když se celý problém kontroly velmi zjednoduší, jde o to, jak odhalit zejména studené spoje. Jak známo, jde v tomto případě o skrytou závadu. Odhalit na nově zapájeném zařízení běžnou vizuální kontrolou studený spoj je sice někdy možné, ale ne vždy stoprocentní. Zkušený pracovník odhalí běžné závady jako jsou slitá místa, nežádoucí kapičky cínu, špínu, spálenou izolaci, někdy i přepálený cín celkem snadno. Potřebuje k tomu kromě pečlivosti a zkušenosti jen dobré světlo a lupu se zvětšením alespoň 5×. Jak již bylo uvedeno, lze spoje, u nichž se dá s velkou pravděpodobností usuzovat na studený spoj, opravit. Ruční opravy se běžně dělají i po strojním pájení.

Pro velkovýrobce, který chce vyrábět s velkou spolehlivostí, je ve světě vyvinuta celá řada přístrojů určených k poloautomatické nebo automatické kontrole pájení. Používaných metod je celá řada. Mají jednoho společného jmenovatele: Jsou náročné, drahé, hodí se jen na některé aplikace apod.

Známa nedestruktivní metoda spočívá v rentgenovém prozáření s následným fotografickým nebo monitorovacím vyhodnocením. Záznam se pak dělá na videorekordér. Slabinou metody je samozřejmě to, že jde vlastně jen o „umocněnou“ vizuální kontrolu, protože automatizované vyhodnocení záznamu není obvykle k dispozici (cena!).

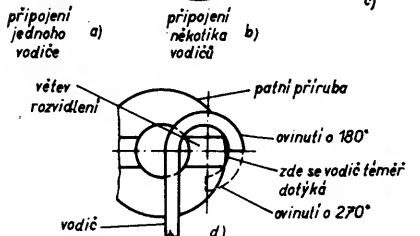
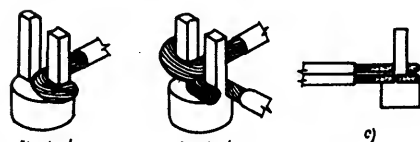
U některých zapojení lze aplikovat kontrolu pomocí infračervené fotografie, nebo opět televizního záznamu. Princip kontroly spočívá v tom, že studený spoj se vlivem svého většího přechodového odporu více zahřívá. Ačkoli se tato metoda zdá perfektní, je opět vhodná jen někde. Jednak musí být zařízení už v činnosti, jednak se hodí jen tam, kde je spoj dostatečně proudově zatížen. U obvodů CMOS apod. ovšem nepřichází vůbec v úvahu. Někdy se tato metoda kombinuje s velkým podchlazením desky za současného



Výplň pájkou u trubičkového vývodu



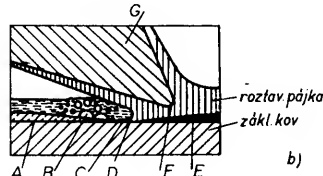
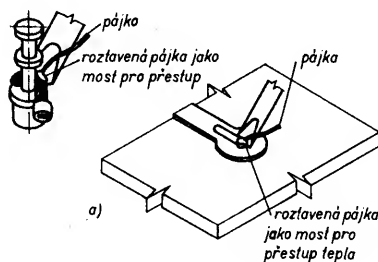
Připájení vodiče k trubičkovému koncovému vývodu



Jiné způsoby připojování vodičů

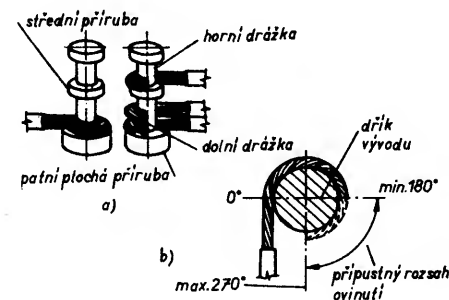
| Ztrátový výkon [W] | Tvar součástky | Průměr těla [mm] | Hmotnost [g] |
|--------------------|----------------|------------------|--------------|
| 5                  |                | 7,6              | 4,05         |
| 2                  |                | 7,9              | 2,86         |
| 1                  |                | 7,1              | 1,49         |
| 0,5                |                | 3,6              | 0,62         |
| 0,25               |                | 2,5              | 0,31         |
| 0,25               |                | 2,3              | 0,28         |
| 0,125              |                | 1,5              | 0,08         |

Přibližné hmotnosti rezistorů



Postup přidávání pájky do spoje a tvorba spoje; a) postup smáčení spoje pájkou, b) schematické znázornění tvorby spoje

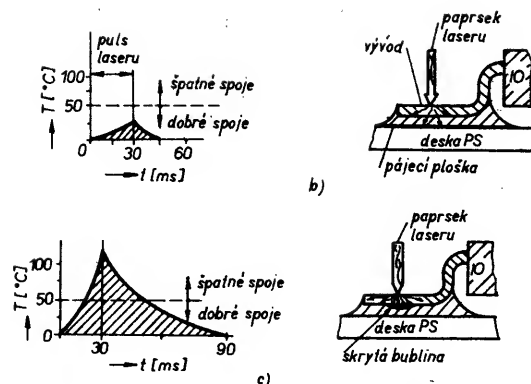
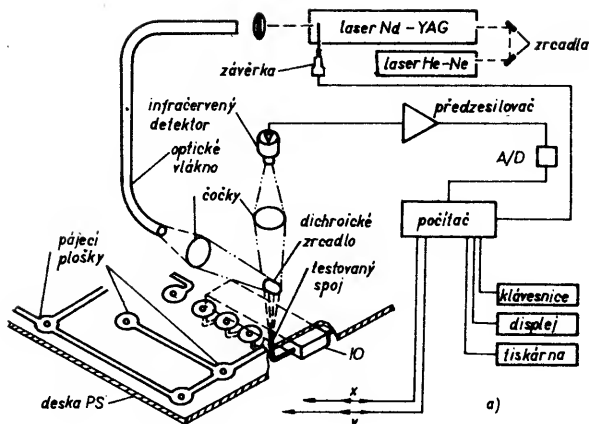
A – vrstva oxidů na základním kovu, B – horké tavidlo odstraňuje oxidy, C – čistý základní kov ve styku s roztaveným tavidlem, D – tekutá pájka vytlačuje roztavené tavidlo, E – cín z pájky reaguje se základním kovem a tvoří se intermetalická sloučenina, F – most pájky pro přestup tepla, G – pájecí hrot



Jiné způsoby připojování vodičů



Způsob montáže chladičů pod výkonové součástky



Kontrola pájených spojů paprskem výkonového laseru; a) princip metody, b) dobrý spoj, c) vadný spoj

testování zařízení. Vychází se z předpokladu, že studený spoj se prudkým ochlazením projeví jako trvalá porucha.

Z hlediska automatického vyhodnocení a jisté technické elegance se jeví jako efektivní kontrola pájených spojů impulsním výkonovým laserem. Zařízení na tomto principu např. sériově dodává americká firma Van-zetti Systems Inc. pod typovým označením LI Laser Inspect. Schématické uspořádání metody je na obrázku. Laserové zařízení má dvě vlnové délky, 1,06  $\mu\text{m}$  o impulsním výkonu 30 W slouží k přímému ohřevu spoje. Druhé zařízení je ve viditelné červené oblasti

spektra (vlnová délka 532,8 nm) a dodává ho běžný laser He-Ne o velmi malém výkonu. Toto druhé zařízení je určeno pouze k „polohování“ a nemá s vlastní funkcí kontroly žádnou spojitost. Zařízení pracuje jako úplný automat s křížovým nájížděcím stolem a kompletní optikou, která paprsky obou laserových trubíc soustředí do kontrolovaného místa.

Jako detektor je použita infračervená dioda InSb, která měří množství emitovaného tepla. Pokud se tato veličina zpracuje jako tepelná odezva v čase, počítač ji vyhodnotí a graficky zapiše. Z charakteru grafu lze pak

zjistit dobré a špatné spoje. Rozlišení dobrých a špatných spojů musí být ovšem stanoveno pro konkrétní typ spojení. Metoda předpokládá i strojní pájení s konstantním množstvím pájky ve spoji. Dobrý spoj, vlivem dobré tepelné vodivosti, má malou tepelnou odezvu. Studený spoj, s porušeným vnitřním stykem součástí, má tepelnou odezvu mnohem větší, protože se konstantním impulsním laserovým zářením s přesně nadávkovanou energií více ohřeje.

#### POZORI

Ihned po vyjití č. 1 (začátkem února) jsme dostali do redakce velmi mnoho písemných i telefonických dotazů na dvě věci: především jaké má číslo deska s plošnými spoji na str. 22 — číslo je Z207 — a jakou adresu má firma BECK — adresa je BECK, Miloš Kováč, Svidnická 7, 821 02 Bratislava. Současně jsme byli upozorněni i na chybu v obr. 83, v němž nesmí být spojen společný bod diod  $D_{11}$ ,  $D_{12}$  s vodorovným spojem mezi  $R_5$  a  $R_2$ .

## Podnikatel z NSR

### hledá

### jednotlivce, skupiny, laboratoře, ústavy

jako partnery nebo subpodnikatele na spolupráci v oborech vývoje hardware a software pro západoněmecké zákazníky

● **SW projekty** – vývoj a programování systémů/projektů pro technické a komerční aplikace, systémy realtime, řídicí systémy, operační systémy, kompilery, grafické systémy (pixel/vektor), komunikační systémy, datové báze

● **Předpoklady:** dobré až vynikající znalosti a praktické zkušenosti s minimálně jedním z těchto

**počítačů** (HW systémů) – Siemens, Nixdorf, DEC, IBM, Sperry, INTEL (286/386-PC), SUN, Apollo, HP

**operačních systémů** – UNIX, MS-DOS, OS/2, VMS, BS 1000/2000, DC/M, MVS, VM/CMS, VM, VSE, NOS, NIROS, ORG-PV, BSM, RSX-11, RT-11, RMX-86/286, OS/9

**programovací jazyky** C, ++, Pascal, Fortran, Cobol, assembler (370, 680xx, 80x86 atd.), PL/1, PL/M, Prolog, Lisp, Simula, Natural

**datové báze** – INFORMIX, ORACLE, INGRES, DB2, UDS, SESAM, RDB (DEC), CIS, SQL/ESQL

**různé** – X-windows, MS-, DEC-, SUN-windows, GKS, PHIGS, VTAM, VSAM, ISAM, IMS DB/DC, CICS, DL/1, UTM, SAP, ADABAS, SNA, 3780/2780/3270, LU2.0, SDLC/HDLC, MSV-1/2, Transdate, X:25, X.400, FTAM?, TCP/IP (RPC, XDR), NFS, IPC, CASE

Velmi výhodné, nikoli však podmínkou jsou zkušenosti ve speciálních oborech jako

- vývoj operačních systémů (UNIX-kernel, device-driver atd.)
- komunikační systémy na základě streams,
- vývoj kompilérů (C, C++, LISP, Prolog, ...)
- vývoj datovýchází

(v této oblasti hledáme momentálně spolupracovníky velmi nutně). Jakékoli další speciální znalosti samozřejmě uvítáme. U každého zájemce předpokládáme jistou „mobilitu“ a ochotu k cestování. Projekty bude možno realizovat jak v ČSFR, tak i v našich laboratořích v NSR (poblíž Mnichova), nebo i přímo u našich zákazníků (na jejich přání) v NSR, Švýcarsku, popř. v USA. Nutné formality v posledních dvou případech vyřídíme.

Znalosti němčiny/angličtiny jsou předpokladem pouze pro práci u našich zákazníků, jsou ovšem výhodné i všeobecně.

**Nabídky na TOMCAT computer,**  
Luitpoldstr. 8, D-8034 Germering,  
tel. 089/84 99 92; fax 089/84 95 44,

Dipl. – Ing. Richard von Lavante.

## INZERCE



Inzerce přijímá osobně a poštou Vydavatelství Magnet-Press, inzertní oddělení (inzerce ARB), Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51–9 linka 294. Uzávěrka tohoto čísla byla 5. 2. 1991, do kdy jsme museli obdržet úhradu za inzerát. Neopomeňte uvést prodejní cenu, jinak inzerát neuveřejníme. Text pište čitelně, aby se předešlo chybám vznikajícím z nečitelnosti předlohy.

## Prodej

**Širokopásm. zesilovač 40÷800 MHz:** BFG65 + BFR91, 24 dB 75/75  $\Omega$  (360), 2x BFR91, 23 dB, 75/75  $\Omega$  (300), obidva pre slabé TV signály, BFG65 + BFR96, 24 dB, 75/75  $\Omega$  pre malé dom. rozvody TV (370), kúpim cuprexit. F. Ridarčík, Karpatská 1, 040 01 Košice.

**IO TTL ECL** různé aktivní i pasivní elektronické prvky a materiál až so 60% zľavou. Zoznam za známku (0,50 + 590). ELKO, Vojenská 2, 040 01 Košice.

**SAW filtry OFWY 6901 (490), TDA5660P (290).** J. Pavlíček, 789 61 Bludov 474.

## Koupě

**Výbojky IFK-120 2 ks.** M. Pejskar, Letců 2433, 272 01 Kladno 2.